



# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA EN LA  
FABRICACIÓN DE ROMPECABEZAS EN LA EMPRESA  
JUEGOS DIDÁCTICOS EDUKT S.A.C.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Carlos Henry Cruz Romero

Asesor:

Ing. Carlos Pedro Saavedra López

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico le elaboración de este trabajo a mi esposa Cinthia por su amor, cariño y apoyo incondicional en todas mis metas que me he propuesto y hoy más que nunca en mi carrera profesional. Es por eso que mi trabajo de tesis para poder obtener el grado de ingeniero está dedicado a ella, por ser pieza clave en este logro.

A mi hijo Carlos Alejandro, porque a pesar de ser tan pequeño es mi motor que me impulsa siempre a seguir adelante, ser mejor día a día y ser fuente de inspiración para el en su vida.

A mis padres por forjarme con carácter y buenos valores, por siempre darme esas palabras de aliento y claves en los momentos precisos, gracias a ellos soy quien soy hasta el momento y seguiré siendo mejor día a día.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, que sin la gracia de nuestro padre divino no seríamos nada, por otorgarnos vida día a día y de esta manera nosotros seguir luchando por lograr nuestros sueños y metas.

A mi asesor por convertirse en pieza fundamental para el desarrollo de mi tesis, y de esta manera poder así culminarla. Sirviéndome como base para seguir aspirando a cosechar más logros.

A la Universidad Privada del Norte, por ser mi casa de estudios, formadora de mi carrera, por los profesores que estuvieron inmersos en mi desarrollo profesional, agradecidos a ellos infinitamente.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases del ciclo PHVA de mejora continua. ....	32
Tabla 2. Indicadores de productividad para la fabricación de rompecabezas. ....	39
Tabla 3. Producción real y presupuesto de producción en unidades (enero-junio 2019). ...	40
Tabla 4. Costos de producción real y presupuesto de producción en soles. ....	41
Tabla 5. Costos de los desperdicios generados en el proceso productivo en soles .....	41
Tabla 6. Costos por reprocesamiento de producto no conforme en soles. ....	42
Tabla 7. Resultados de los indicadores de productividad en la empresa. ....	45
Tabla 8. Resultados de la lista de verificación para evaluar el cumplimiento de los requisitos de eficiencia en la fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. ....	46
Tabla 9. Evaluación cuantitativa de los resultados de la lista de verificación. ....	49
Tabla 10. Resultados de la técnica de grupo nominal con los factores indican sobre la productividad de la empresa para ser incorporados a un plan de mejoras basadas en la metodología PHVA. ....	52
Tabla 11. Mantenimiento programado para las máquinas de la empresa. ....	68
Tabla 12. Curso de capacitación al personal de producción en mejores prácticas de manufactura (BPM) .....	70
Tabla 14. Producción real y presupuesto de producción en unidades posterior a la implementación (julio-diciembre 2019). ....	73
Tabla 14. Costos de producción real y presupuesto de producción en soles después de la implementación. ....	74

Tabla 15. Costos de los desperdicios generados en el proceso productivo en soles en los meses posteriores a la implementación .....	74
Tabla 16. Costos por reprocesamiento de producto no conforme en soles. ....	75
Tabla 17. Resultados de los indicadores de productividad en la empresa antes y después de la implementación.....	77
Tabla 18. Gastos de implementación incurridos en los seis meses de implementación de la propuesta.....	78
Tabla 18. Flujo de efectivo proyectado sin la implementación .....	79
Tabla 20. Flujo de efectivo proyectado con la implementación.....	80
Tabla 21. Flujo de caja incremental, VAN, TIR y beneficio-costos.....	82
Tabla 22. Beneficio/costo, flujo de caja actualizado y tiempo de recuperación de la inversión.. .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	14
Figura 2. Producto de la empresa: Rompecabezas de 12 fichas .....	15
Figura 3. Producto de la empresa: Rompecabezas de 20 fichas .....	15
Figura 4. Producto de la empresa: Rompecabezas de 30 fichas .....	16
Figura 5. Producto de la empresa: Rompecabezas de 50 fichas .....	16
Figura 6. Producto de la empresa: Rompecabezas de 100 fichas .....	17
Figura 7. Producto de la empresa: Rompecabezas en alto relieve.....	17
Figura 8. Producto de la empresa: Rompecabezas en alto relieve.....	17
Figura 9. Diagrama de procesos de la empresa: Rompecabezas en alto relieve. ....	38
Figura 10. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto de los elementos que inciden en la baja productividad del proceso de fabricación de rompecabezas. ....	50
Figura 11. Diagrama de Pareto de los elementos que inciden en la baja productividad del proceso de fabricación de rompecabezas.....	53
Figura 12. Distribución antigua de la empresa (Planta I) Juegos Didácticos Edukt, SAC..	55
Figura 13. Vista de la distribución antigua de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.	56
Figura 14. Distribución de la planta nueva (Planta II) de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. ....	57
Figura 15. Sierra de corte giratoria para el corte de tablillas.....	58
Figura 16. Cortadora de tablillas de la propuesta. ....	59
Figura 17. Área de laqueado original de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. ....	60
Figura 18. . Área de laqueado propuesta (actual) de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. . ....	60

Figura 19. Área de estampado utilizada anteriormente en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	61
Figura 20. Área de estampado propuesta (nueva) en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	62
Figura 21. Forma en que se apilaban los cuadros estampados antes de la mejora del proceso. .....	63
Figura 22. Área de almacenamiento de cuadros (propuesta) en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	63
Figura 23. Área de troquelado antigua en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	64
Figura 23. Área de troquelado propuesta (nueva) en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	65
Figura 25. Área de lijado antigua en el proceso de fabricación de rompecabezas. ....	66
Figura 26. Área de lijado propuesta (nueva) con cabina en el proceso de fabricación de rompecabezas.....	66
Figura 27. Lijadora de marcos .....	69



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Indicador de eficacia de la producción .....	42
Ecuación 2. Indicador de eficiencia de la producción .....	43
Ecuación 3. Indicador de efectividad de la producción.....	43
Ecuación 4. Indicador de calidad de la producción .....	44
Ecuación 5. Indicador de economía la producción.....	44

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento muestra los resultados de la experiencia profesional del investigador en la empresa Juegos Didácticos Edukt S.A.C. y tuvo como objetivo implementar de la metodología PHVA en la fabricación de rompecabezas en una organización dedicada a la fabricación y comercialización de rompecabezas en diferentes diseños y tamaños. Con este propósito, se hizo una presentación a la empresa y con ella a su estructura que la conforma, sus productos, procesos, materiales e insumos que son utilizados en la fabricación de los rompecabezas. Luego se planteó la problemática de la empresa, que está generando una baja productividad en la fabricación de los rompecabezas, por lo cual se recabó información de las diferentes áreas, a los resultados que se obtenía se les realizó los estudios correspondientes y con estos datos se formuló la situación problemática de la empresa, y esta a su vez se identificaron las deficiencias que hay en los procesos de producción. Por lo tanto, para poder dar solución a los problemas encontrados en la empresa, se realizó una investigación sobre las principales metodologías de mejora continua, comparando los beneficios que otorga cada una de ellas en una eventual aplicación en las empresas, y es así que se optó por aplicar la metodología PHVA, ya que se adecua con las características y los problemas que afronta la empresa. La metodología PHVA contribuye con el cambio en la productividad de la empresa y resultados positivos en beneficio de la productividad y de esta manera ser más competitivos en el mercado local.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### Antecedentes de la empresa

#### Descripción de la organización

La organización JUEGOS DIDÁCTICOS EDUKT S.A.C. es una empresa manufacturera, fundada el 7 de setiembre de 2011 por el Sr. Orlando Elías Camacho Livia. Dicha empresa se dedica a la fabricación de rompecabezas de diferentes tamaños y diseños variados. Los rompecabezas son fabricados en madera de lupuna, esto es por la calidad de madera y así ofrecer sus productos con los estándares más altos de calidad, cuenta con certificación de DIGESA N° 02187-11-JUE-DIGESA y registro sanitario N° 7862-2018/DCEA/DIGESA.

La dirección legal de la empresa JUEGOS DIDÁCTICOS EDUKT S.A.C. es la siguiente: Villa Las Flores, calle Las Azucenas, Mz. “D” Lot. 11, distrito Puente Piedra, Lima Metropolitana.

**Misión:** “Brindar felicidad a las familias propiciando el desarrollo integral de los niños. Mediante la producción, importación y comercialización de productos que permiten fortalecer la conexión entre padres e hijos, lograr una sociedad más sana y feliz”.

**Visión:** “Ser una empresa líder en la experiencia lúdica con presencia en Latinoamérica. Ofreciendo juegos didácticos de calidad que contribuyan al desarrollo de habilidades en niños y adultos, generando una marca de confianza y responsabilidad social”.

## Valores organizacionales

***Integridad del niño como persona:*** La organización considera la dignidad del niño, y en general de la persona, un valor esencial. Juegos Didácticos Edukt SAC a través de sus productos promueve el desarrollo integral del niño, estimulando su inteligencia y creatividad a través de los juegos didácticos.

***Visión ambiental:*** la empresa respeta el medioambiente como bien elemental y recurso digno de protección, en beneficio de la colectividad y de las generaciones futuras. Juegos Didácticos Edukt SAC se compromete a difundir y a consolidar una cultura que prevenga los riesgos medioambientales, respetando fielmente las normativas vigentes en la materia, efectuando una selección atenta de los proveedores, buscando siempre el mejor equilibrio entre iniciativa económica e impacto ecológico.

***Valor del capital humano:*** la organización está plenamente consciente del papel capital que desempeñan los recursos humanos en la consecución de los objetivos empresariales y, por ello, da importancia y reconoce el valor de sus trabajadores, patrimonio fundamental de la empresa y elemento indispensable para su desarrollo continuo. Promueve su constante valorización y crecimiento, también mediante cursos de formación y actualización, e impulsa un estilo de trabajo basado en el espíritu de equipo.

***Diversidad:*** la empresa vive la diversidad como fuente de inspiración, un recurso en toda regla y una oportunidad de crecimiento. Por eso, en el desempeño de sus actividades, Juegos Didácticos Edukt SAC apoya la inclusión y condena firmemente cualquier tipo de discriminación y cualquier distinción de trato por motivo de edad, condición sexual, estado de salud, raza, nacionalidad, opiniones políticas y religiosas.

***Calidad y seguridad:*** El espíritu de excelencia constituye la base de la política empresarial y, de acuerdo con las expectativas de los clientes y de los consumidores y

las exigencias del mercado, Juegos Didácticos Edukt SAC orienta las actividades de investigación, desarrollo y comercialización a elevados estándares de calidad, promoviendo cualquier actividad destinada a mejorar y garantizar la seguridad de los productos y la satisfacción de los que confían en los rompecabezas que elabora.

Los trabajadores deberán cumplir rigurosamente la normativa vigente en materia de seguridad del producto y del juego elaborado, los procedimientos empresariales adoptados en la materia por la empresa y la rápida notificación al propio responsable o al organismo público responsable, así como de peligros relativos a los productos y carencias en la evaluación de los riesgos.

### **Organigrama de la empresa**

La empresa está conformada por el Gerente General, Administración, Recursos Humanos, Logística, Diseño Gráfico y Producción. La organización de los recursos humanos de la empresa se muestra en el organigrama presentado en la Figura 1:

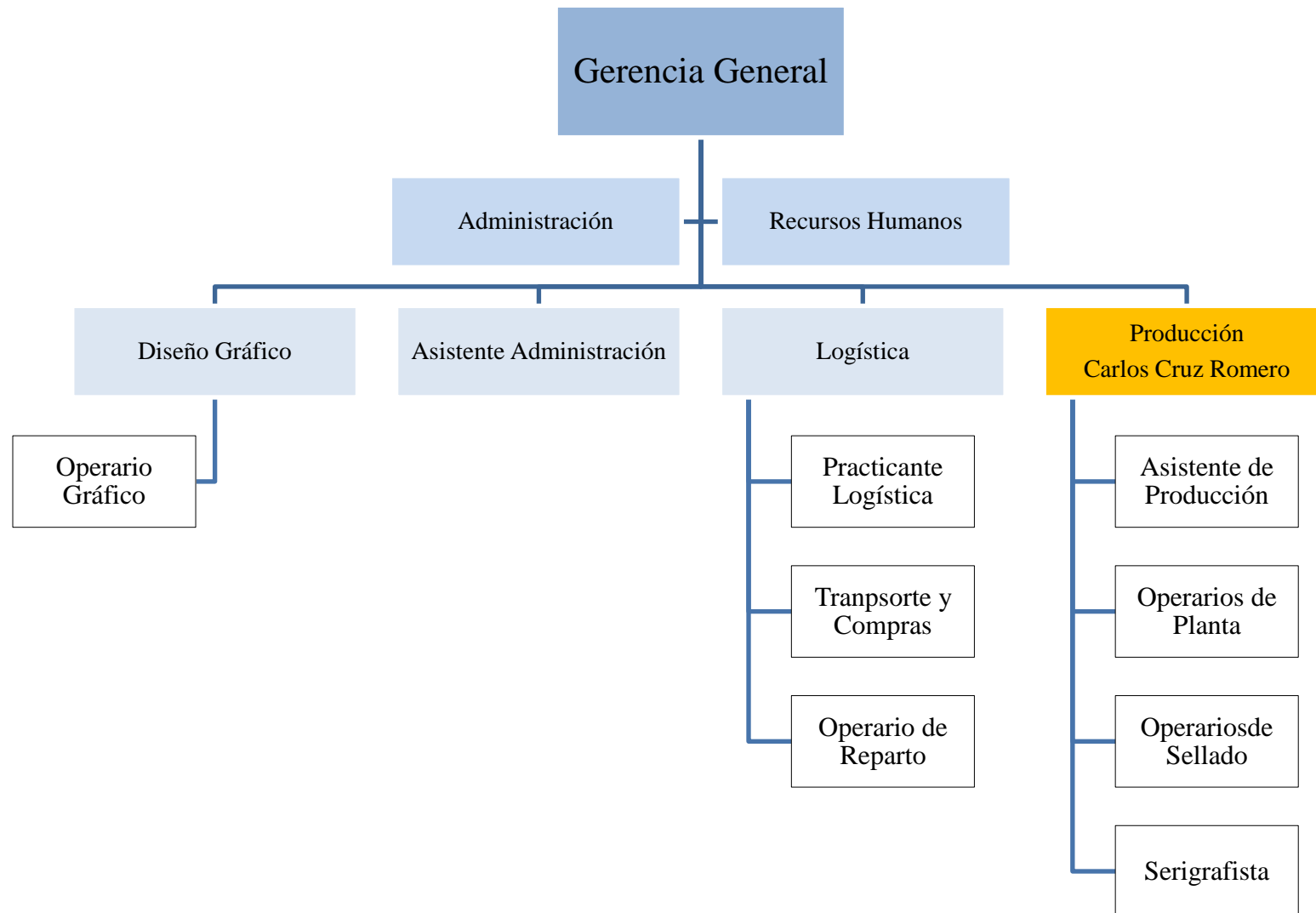


Figura 1. Organigrama de la empresa  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019)

## Productos y servicios de la organización

A continuación, se muestra una parte del catálogo de productos que elabora la empresa

Juegos Didácticos Edukt SAC:



*Figura 2.* Producto de la empresa: Rompecabezas de 12 fichas  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).



*Figura 3.* Producto de la empresa: Rompecabezas de 20 fichas  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).





*Figura 4.* Producto de la empresa: Rompecabezas de 30 fichas  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).

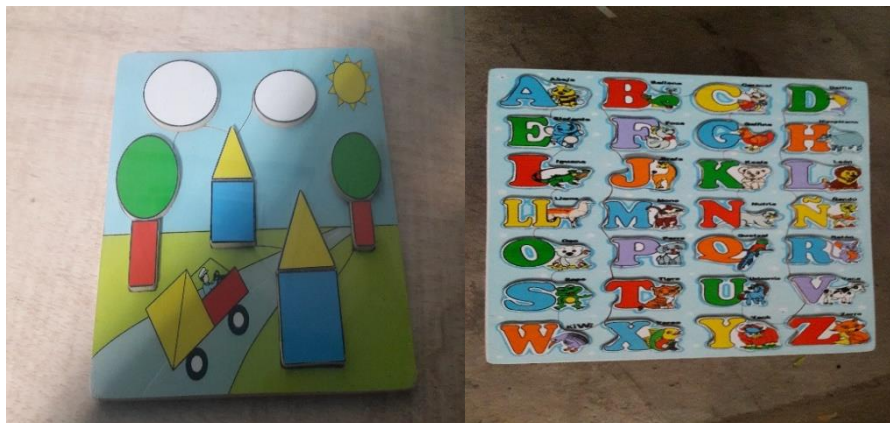


*Figura 5.* Producto de la empresa: Rompecabezas de 50 fichas  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).





*Figura 6.* Producto de la empresa: Rompecabezas de 100 fichas  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).



*Figura 7.* Producto de la empresa: Rompecabezas en alto relieve.  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).



*Figura 8.* Producto de la empresa: Rompecabezas en alto relieve.  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019).

## **Realidad problemática**

A nivel mundial, las pequeñas y medianas empresas (PYME) constituyen un segmento industrial importante. Sin embargo, su capacidad de aplicar procesos de mejora continua o sistemas de calidad ha permanecido como un problema debido a varias barreras. Entre las causas, Prashar (2017), explicó que los enfoques predominantes sobre optimización de procesos en las pymes se centran en las mejoras tecnológicas a nivel operativo y carecen de un enfoque estratégico.

Como respuesta a esta situación, se han aplicado diversos enfoques desde la Ingeniería Industrial para proveer a las organizaciones de herramientas que les permitan introducir cambios que contribuyan a mejorar su eficacia, eficiencia y productividad. Entre ellas se encuentra El ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), también denominado Ciclo PDCA (por sus siglas en inglés) o de Deming, el cual ayuda a que las empresas salgan del estancamiento y hagan la transición a un sistema de mejora continua (Sangkipul, 2017). Básicamente, es un método iterativo para la mejora continua de procesos, productos o servicios y es un elemento clave en la implementación de estrategias como gestión de calidad o lean manufacturing (Song y Fischer, 2020).

En este sentido, el uso del ciclo PDCA fomenta la forma metódica de resolver problemas e implementar soluciones. Garantiza que planifique, pruebe e incorpore comentarios antes de comenzar la implementación a gran escala. Esto lo acerca a sus objetivos a medida que aumenta el conocimiento a partir de la resolución de problemas, las fallas y los comentarios recibidos (Matsuo y Nakahara, 2013). También mejora las habilidades de pensamiento crítico de su equipo y ayuda a su organización a alcanzar un sistema más integrado (Liu, Liu, Shi, Zhang y Cheng, 2018).

Dentro de este contexto diversas investigaciones elaboradas en torno a la adopción de herramientas para mejorar procesos en la industria han progresado en las últimas décadas entre ellas se puede hacer mención un estudio de Abu, Gholami, Zameri, , Norhayati y Streimikiene (2019) quienes revelaron que, a nivel internacional, la mayoría de las organizaciones han implementado estrategias para incrementar la eficiencia, mantener lugares de trabajo organizados, así como mejorar el uso de los espacios y de los recursos financieros. A pesar de esto, se han encontrado limitaciones por parte de las organizaciones al intentar aplicar metodologías relacionadas con el conocimiento de los trabajadores la, disponibilidad de recursos, la resistencia al cambio por parte de quienes laboran en las empresas y el conocimiento técnico y necesidades de capacitación, especialmente durante las primeras etapas de implementación (Romero, Gaiardelli, Powell, Wuest y Thurer, 2018).

De la misma forma, en un estudio realizado por Céspedes, Lavado y Roldán (2016), los autores indicaron que en la región latinoamericana persiste un conjunto de limitaciones que dificultan la adopción de herramientas para mejorar los procesos. Entre estas se encuentran el temor a incrementar los costos por implementación, desconocimiento de los beneficios de dichas herramientas entre directivos y trabajadores, la inseguridad en el trabajo por parte de los empleados y el riesgo a perder su trabajo si no agrega valor; la falta de soporte de la dirección o el riesgo asumir responsabilidades; todo esto es consecuencia por debilidades en el conocimiento o capacitación.

A nivel nacional, Mau, Ramos, Llontop y Raymundo (2019) encontraron que las últimas décadas, la necesidad de satisfacer el mercado peruano con nuevos productos y servicios ha llevado a las empresas al requisito de minimizar los costos de fabricación, recortar los tiempos de ciclo y e incrementar la calidad, lo que has obligado a implementar

aplicaciones de ingeniería para mejorar sus sistemas de fabricación, comercialización y servicio al cliente. Debido a ello, Pinto y Alves (2017) dieron a conocer que mediante la aplicación de estrategias como el ciclo PHVA se busca controlar el mejoramiento de los procesos, pero de manera eficiente, generar un área de trabajo óptima, crear estándares de desempeño para los trabajadores respecto a las operaciones que realizan en la organización, todo esto para generar mejores resultados y lograr niveles más altos de satisfacción de los clientes.

En el caso particular de la empresa en la cual se realizó la experiencia profesional JUEGOS DIDÁCTICOS EDUKT SAC se detectó una problemática respecto a la necesidad de mejorar sus procesos, debido a que la organización ha intentado implementar buenas prácticas en la gestión de producción mediante el uso de diversas metodologías; sin embargo, ha tenido problemas con respecto al entendimiento por parte del personal de la necesidad de implementar mejoras, mantener control estadístico de los procesos, contribuir al control de costo de los productos no aceptados por el cliente y en general la mejora continua de los procesos.

Asimismo, en el área de producción se ha observado una serie de inconformidades que se han traducido en incumplimiento en las fechas de entrega, por lo que ocurren con frecuencia retrasos en las fechas asignadas al área de producción, lo que ha obligado a extender los plazos de entrega el cumplimiento de los órdenes; en otras palabras, falta de eficiencia. Todas estas situaciones han impactado negativamente sobre la imagen de la organización frente al cliente y la coloca en una posición de desventaja frente a sus competidores.

En consecuencia, si la empresa no hace los esfuerzos en aplicar herramientas que contribuyan con su mejoramiento a partir de un modelo basado en el ciclo PHVA podría verse en el corto y mediano plazo con mayores problemas en sus procesos de producción impactar su competitividad, incrementar los costos y afectar su imagen frente al cliente. Debido a ello, y con la intención de orientar el estudio y la experiencia profesional en la empresa, se formuló la siguiente interrogante: ¿De qué manera la implementación de la metodología PHVA podría contribuir a mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC?

## **Justificación**

### **Justificación Teórica**

Desde el punto de vista teórico, la investigación y la práctica profesional realizada fue de utilidad porque aplicó los principios de la ingeniería industrial en los procesos productivos de una empresa, a partir de los conocimientos adquiridos y la puesta en práctica de diversas herramientas relacionadas con la planeación, la verificación, el control y la supervisión de las actividades de una empresa. Debido a esto se pudo hacer un análisis comparativo entre los propuestos por los modelos teóricos y la realidad de la organización para mejorar sus sistemas de gestión.

### **Justificación Práctica**

La importancia práctica del estudio realizado fue el interés en mejorar los procesos y procedimientos en la gestión de producción de la empresa juegos didácticos EDUKT SAC, a partir de un ciclo organizado de operaciones que permitiera ofrecer soluciones eficaces, mejorar la información, el desarrollo de su talento humano y el incremento de la calidad;

además, esta mejora de procesos va a tener incidencias en el futuro sobre la reducción de costos, simplificación de actividades y el incremento de la satisfacción de sus clientes.

### **Justificación Metodológica**

Desde el punto de vista metodológico, se tomó en cuenta la aplicación de la herramienta conocida como ciclo PHVA para desarrollar un adecuado manejo en el área de producción y de esta manera mejorar las condiciones de trabajo, crear actividades orientadas a satisfacer el cliente y la competitividad de la empresa.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Implementar la metodología PHVA para mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.

#### **Objetivos específicos**

Diagnosticar la situación actual de los procesos relacionados con la de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.

Determinar los factores que indiquen sobre la productividad de la empresa para ser incorporados a un plan de mejoras basadas en la metodología PHVA.

Realizar la propuesta de implementación de la metodología PHVA para mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes de la investigación**

Con el fin de ubicar el estudio realizado en la experiencia profesional, se llevó a cabo una investigación de diversos estudios previos relacionados con la aplicación de herramientas de mejora continua, en particular el ciclo de Deming (PDCA/PHVA). De este de esta práctica, se obtuvieron los antecedentes internacionales y nacionales que se muestran a continuación:

#### **Antecedentes internacionales**

De Oliveira, Silva, Coutinho y Dumke (2020), llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo general consistió en desarrollar un enfoque para implementar una producción más limpia en los servicios integrando el proceso de gestión de la calidad. Los resultados del estudio mostraron que los principios de gestión de la calidad aplicados a los procesos establecidos e integrados con la metodología PHVA y la metodología de producción más limpia. Se analizó en cuatro empresas que prestan servicios, relacionados con servicios masivos, servicios profesionales, una fábrica de servicios y una tienda de servicios, cada una de las cuales es representativa de un tipo de servicio. Se utilizaron dos de los cinco pasos del enfoque propuesto, a saber, la evaluación previa y la evaluación. Como resultado, se observó que la cultura organizacional determina la visión del propósito de implementar mejoras basadas en PHVA. Se concluyó que el programa de producción más limpia utiliza herramientas que asocian beneficios económicos, sociales y ambientales a las actividades de una organización.

Harikrishnan, Rajeswaran, Kumar y Dinesh (2020) elaboraron una investigación con el propósito de lograr la mejora de la productividad en la línea de envasado con cubierta de

polietileno mediante el equilibrio y la automatización de la línea. Los autores mostraron en los resultados que el estudio de trabajo facilitó varias mejoras como la identificación y eliminación de residuos, la automatización, el tiempo Takt, el equilibrio de líneas, entre otras, lo que mejora la ventaja competitiva de las organizaciones en su mercado. Por tanto, este estudio permite advertir el cuello de botella y sugiere un sistema adecuado para mejorar la productividad. En sus conclusiones, indicaron que se identificó el problema real y se asociado con el balance y la automatización de la línea.

Además, el estudio muestra la mejora de la línea de producción se aplicó a través de técnicas de balanceo de líneas. Este estudio también se centró en la mejora de un alto nivel de trabajo en curso que interrumpió el flujo de producción.

Pinto et al. (2019) realizaron un estudio para aplicar un plan de mejora continua, a partir de un caso de estudio en la industria automotriz que involucra herramientas Lean. En sus resultados, indicaron que fue necesario implementar indicadores clave de desempeño y también se creó un modelo para la gestión de repuestos vinculados al mantenimiento de equipos existentes. La introducción de estos cambios obligó a la aplicación de algunas herramientas Lean, con el fin de mejorar los procedimientos y los flujos de información. El trabajo se completó con éxito, y se implementaron indicadores clave de desempeño, cuyos datos de soporte, que ahora se recolectan y calculan automáticamente de manera rutinaria, y se validó la gestión de repuestos con miras a la optimización del espacio de almacén y a un nivel de inventario convenientemente bajo en este tipo de piezas, sin poner en peligro equipos críticos en producción. Se concluyó que se aplicó la metodología PHVA, que permitió reducir el tiempo de preparación en un 11%, y se utilizó la herramienta Lean 5S para organizar las actividades de intercambio de moldes.



Berman, Raval y Goldin (2018), elaboraron una investigación cuyo propósito fue desarrollar estrategias de mejora de procesos a través del diseño e implementación de investigaciones de mejora de la calidad en el sector salud. Los resultados del estudio mostraron que los proyectos de mejora de la calidad han mejorado la atención al paciente y pueden compartirse entre instituciones para acelerar el ritmo de mejora. Se establecieron las diferencias entre la mejora de la calidad y la investigación, y se propuso un enfoque metodológico para realizar y reportar proyectos de mejora de la calidad. Finalmente, se concluyó que existen formas de difundir e implementar ampliamente los cambios en la práctica clínica utilizando la metodología PHVA. Incluso si no están iniciando y desarrollando proyectos de mejora continua, es probable que todos los trabajadores se vean afectados por las iniciativas de mejora que se están llevando a cabo en sus hospitales y deben comprender su valiosa contribución a la atención del paciente.

### **Antecedentes nacionales**

Espinoza (2019a), elaboró una tesis con el propósito de llevar a cabo una propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PHVA y manufactura esbelta. En los resultados, el investigador indicó que las metodologías empleadas para solucionar los problemas fueron el ciclo de Deming (PHVA) y las 5s, ya que la empresa no había desarrollado iniciativas de mejora aplicando estos métodos; por lo cual fue necesario la capacitación del personal directivo y el despliegue funcional de cada una de sus actividades. Estas dos estrategias principales vinieron acompañadas del uso de herramientas de Ingeniería Industrial, como el diagrama de causa efecto, el diagrama de Pareto y la polivalencia. En las conclusiones, se indicó que una vez implementadas las mejoras, se hizo una recolección de datos para evidenciar la efectividad,

en la cual se demostró el logro de las metas en los indicadores de defectuosidad; del mismo modo la evaluación económica permitió demostrar la factibilidad del estudio.

Espinoza (2019b), llevó a cabo una tesis cuyo objetivo fue desarrollar una propuesta de implementación del Ciclo Deming para mejorar la gestión de compras en el área de mantenimiento y servicios generales de una Universidad en el Distrito de Los Olivos. Los resultados de la investigación indicaron que se llevó a cabo un plan de trabajo para minimizar los efectos negativos de cinco aspectos principales que estaban afectando la capacidad de respuesta de la organización. Estos fueron; falta de acuerdo en cuanto al nivel de servicio que debía prestar la universidad, deficiencia en la planeación del proceso de compra, inexistencia de procedimientos y políticas de adquisiciones, deficiencia para evaluar a los proveedores, así como la falta de planificación y control de inventarios. Las conclusiones del trabajo mostraron que el ciclo de Deming fue aplicado en cada uno de estos macroprocesos en forma de actividades secuenciales cuya ejecución en los plazos previstos contribuiría a mejorar las eficiencias disminuir gastos e y facilitar el trabajo del equipo humano de la organización.

Castellanos (2018), realizó una tesis con el objetivo de aplicar el ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil. Los resultados del estudio mostraron que las causas que influyen en la productividad del área fueron la poca supervisión en los procesos de calidad, la ausencia de procedimientos y capacitación, el desconocimiento de métodos y registro de producción y la mala disposición de la maquinaria a lo largo de la planta. En las conclusiones se indicó que la aplicación de un modelo basado en el ciclo de Deming mejoró significativamente la productividad del área de procesos, con incidencia en los servicios de la organización y la eficiencia de sus procesos.

Rojas (2017), llevó cabo una tesis para aplicar el círculo de Deming – PDCA como herramienta para la optimización de los procesos del área de compras y servicios generales de una empresa textil. En los resultados, la investigadora demuestra una alta correlación entre el uso de la herramienta ciclo PHVA y los procesos de compra de la empresa; debido a ello, propone un plan para capacitar al personal para mejorar el desempeño de sus actividades, optimizar los procesos de compra, reducir procesos que no generan valor agregado, mejorar el tiempo en la capacidad de respuesta y la satisfacción de los clientes. En sus conclusiones indicó que es importante la implementación de indicadores de gestión de procesos para identificar desviaciones en las actividades; además de comparar los resultados después de aplicar una solución, el cual es uno de los principios bajo los cuales se rige la metodología PDCA.

## **Bases Teóricas**

### **Metodologías de mejora continua**

Los procesos de mejora continua en las organizaciones implican y requieren que un equipo de expertos, junto con el liderazgo de la empresa utilizan activamente herramientas de calidad en sus actividades de mejora y proceso de toma de decisiones (Kholif, Abou, Khorshid, Elsherpieny y Olafadehan, 2018). En consecuencia, actualmente, existe un número significativo de herramientas de aseguramiento y gestión de la calidad disponibles, por lo que la selección de los más adecuados no siempre es una tarea fácil (Dudin, Smirnova, Vysotskaya, Evgenevna, y Vilkova, 2017).

Dichas herramientas son factores esenciales para el desarrollo de un proceso e instrumentos básicos para el éxito de un programa de calidad. Muchas empresas han utilizado herramientas sin analizar el grado de complejidad en su selección, lo que luego

genera barreras experimentadas para el crecimiento empresarial (Romero et al., 2018). De hecho, las herramientas de mejora continua no pueden remediar todos los problemas de un proceso, pero ciertamente son un medio para resolver problemas (Song y Fischer, 2020).

En consecuencia, es necesario enfatizar que mientras que las herramientas pueden ser muy efectivas bajo las condiciones adecuadas, pueden ser muy peligrosas si no se crean las condiciones para su implementación (Prashar, 2017). Por tanto, es importante saber cómo, cuándo y cuáles herramientas deben usarse en problemas procesos de resolución o mejora (Patel y Deshpande, 2017)

En la aplicación exitosa de herramientas de mejora, un sistema de gestión de la calidad implementado es una ventaja. Por ello, Espinoza (2019a) comentó que los principios de gestión de la calidad son un punto de partida para la empresa gestión que se esfuerza por lograr una eficiencia continua mejora durante un largo período de tiempo y la satisfacción del cliente. Asimismo, Pinto et al. (2019) coincidieron en que un sistema de gestión de la calidad se basa en la integridad de toda la producción y recursos de apoyo de una determinada empresa. Eso permite un flujo de proceso impecable en aspectos relacionadas con procedimientos, contratos, estándares y requisitos de calidad que impone el mercado.

En vista de ello, existen diversos métodos para contribuir a mejorar los procesos de las organizaciones y gran parte de ellos son incluidos dentro de lo que se conoce como herramientas de manufactura esbelta o *lean manufacturing* (Liu et al., 2017; Patel y Deshpande, 2017). Aunque algunos métodos tienen diversas fuentes de origen, han sido tomados adaptados y aplicados a lo largo del tiempo en la organización entre ellos se incluyen los siguientes:

**Programación por niveles:** Esta técnica de origen japonés, implica la relajación o suavización de la planificación de la carga de trabajo entre los miembros del equipo de la organización (Patel y Deshpande, 2017). Es un modelo fundamental para la producción de flujo continuo en la práctica de las organizaciones. Según Berman et al. (2018), la programación por niveles implica dos actividades: por una parte, una nivelación o balance en el volumen, ya que al ser los pedidos diferentes todos los días la producción nivelada produce un promedio de pedidos en un período determinado. Otra técnica es la nivelación por tipo de producto: en este caso, la suavización es más complicada, porque se trata de combinar diferentes productos de acuerdo a su tiempo de producción para llegar a un tiempo promedio idéntico.

**Gestión de dirección:** es una herramienta de Ingeniería Industrial orientada a implementar políticas o estrategias empresariales para la implementación de cambios como programas de transformación (Abu et al., 2019). Actúa en complementó con la mejora continua, aunque se considera un método de manufactura esbelta. En realidad, sus orígenes es una mezcla de gestión por objetivos las enseñanzas del ciclo PHVA y los procesos de calidad total desarrollado en Japón a partir de 1950 (Matsuo y Nakahara, 2013). La gestión de dirección se basa en tres características fundamentales un despliegue en cascada de la visión organizacional un proceso repetitivo en cada nivel de la organización para entender el proceso adaptarlo a la realidad y crear la adherencia por parte del equipo de trabajo finalmente la creación de ciclos PDCA cortos para corregir y mejorar actividades específicas (Berman et al., 2018).

**Mapa de flujo de valor (VSM):** la herramienta conocida como mapa de flujo de valor es un instrumento que permite la identificación y visualización en forma sistematizada de los flujos de operaciones y de información que acompañan o componen un proceso (Patel y

Deshpande, 2017). La facilidad de esta herramienta es que es de tipo visual, gracias al uso de un conjunto de símbolos estandarizados y sus descripciones. Asimismo, Pinto y Alves (2017) indicaron que las informaciones que se incluyen generalmente en un mapa de flujo de valor son: la representación de los flujos físicos y de información, los recorridos y etapas del inventario durante el proceso productivo; la identificación de datos claves y la línea de tiempo que acompaña el procesamiento.

**Ciclo de Deming o PHVA:** este ciclo, también conocido como PDCA es un método de diseño fabricación de productos o mejoramientos de procesos de acuerdo a un conjunto de especificaciones se ha convertido un elemento fundamental para la mejora de los procesos en las empresas (Patel y Deshpande, 2017). Los cuatro pasos que implica son planificar las acciones llevar a cabo dichas acciones monitorear su efectividad y finalmente implementar las acciones de mejora (Pinto y Alves, 2017).

**Metodología 5S:** la herramienta conocida comúnmente como 5s es una técnica de organización, orden y limpieza; cuyas letras en original japonés significan: organizar ordenar limpiar estandarizar y mantener la disciplina. Estas definiciones son un símbolo del significado que pueden tener en su uso como herramienta (Sangkipul, 2017). El método 5s contribuye a la reducción de costos al eliminar herramientas o elementos innecesarios, estandarizar procesos, simplificar el trabajo y aumentar la productividad mediante planes de organización y limpieza prevención de daños o averías mediante la inspección de máquinas y detección de anomalías (Patel y Deshpande, 2017).

**Trabajo estandarizado:** aunque el trabajo estandarizado es una base fundamental de los procesos de calidad. También se puede identificar como una herramienta de mejora continua consiste en la estandarización de actividades, procedimientos, operaciones, herramientas, materiales y conocimientos en una empresa (Chen y Li, 2018). Tiene como

objetivo alcanzar la estabilidad de la producción, facilitar los procesos de aprendizaje o el intercambio de métodos entre diversos equipos de trabajo, con el propósito de reducir costos de fabricación mantenimiento o estandarización (De Oliveira et al., 2018).

De cada una de las herramientas de mejora continua mostradas en esta revisión documental, se seleccionó para el estudio el ciclo PHVA ya que permite organizar de manera estratégica las acciones que una organización debe tener o realizar para mejorar sus procesos; además, el uso del PHVA no excluye la utilización de herramientas adicionales que son tradicionalmente aplicadas en la mejora de procesos y se pueden utilizar de manera conjunta o complementaria.

### **Ciclo de Deming o PDCA**

Si se considera la mejora continua como un principio de los sistemas de gestión de calidad, esta no se puede realizar sin las herramientas de calidad que se presentan a través de cuatro grupos de actividades, conocidas como ciclo Deming de calidad o ciclo PDCA/PHVA (Kholif et al., 2018). Esta metodología es una parte integral del proceso gestión y está diseñado para ser utilizado como modelo dinámico porque un ciclo representa uno paso completo de mejora (Abu et al, 2019).

De acuerdo con Song y Fischer (2020), PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar) es un proceso ágil de gestión y mejora de la calidad reiterativo de cuatro pasos que normalmente se utiliza para mejorar la estrategia empresarial. Asimismo, PHVA es un ciclo sucesivo que comienza a partir de pequeñas actividades para probar los efectos potenciales en los procesos, pero luego conduce gradualmente a un cambio más grande y más específico (Rojas, 2017).

Además, este método se utiliza para coordinar esfuerzos de mejora continua, ya que enfatiza y demuestra que los programas de mejora deben comenzar con una planificación cuidadosa, debe resultar en acción efectiva, y debe avanzar nuevamente para planificación cuidadosa en un ciclo continuo, con lo que se podría interpretar que, de alguna manera, el ciclo de calidad de Deming es interminable (Patel, y Deshpande. 2017). Es una estrategia utilizada para lograr avances mejoras en seguridad, calidad, moral, entrega costo y otros objetivos comerciales críticos. En la Tabla se mencionan y describen cada una de las fases o etapas del ciclo PHVA:

Tabla 1. *Fases del ciclo PHVA de mejora continua*

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>
Planear	Consiste en establecer los objetivos y procesos necesarios para entregar resultados de acuerdo con la salida esperada (el objetivo o las metas). Al hacer que la salida esperada sea el foco, se diferencia de otras técnicas en las que la integridad y precisión de la especificación también es parte de la mejora (Abu et al, 2019). De acuerdo con Patel y Deshpande (2017), incluye las siguientes actividades: identificar el problema a examinar; formular un enunciado de problema específico para definir claramente el problema; establecer metas medibles y alcanzables, además de identificar a las partes interesadas y desarrollar la comunicación necesaria canales para integrarse y obtener aprobación.
Hacer	En esta fase, se implementan los nuevos procesos, a menudo a pequeña escala si es posible, para probar los posibles efectos. Es importante recopilar datos para la creación de gráficos y análisis para el siguiente paso. Hacer implica: establecer criterios de éxito experimental; diseñar experimentos para



	probar hipótesis y obtener la aprobación y el apoyo de las partes interesadas para la solución elegida (Patel y Deshpande, 2017).
Verificar	Se debe medir los nuevos procesos y comparar los resultados recopilados en la fase anterior, con los resultados esperados (metas u objetivos del plan) para determinar las diferencias (Pinto et al, 2019). Los datos de gráficos e indicadores pueden facilitar el análisis de las tendencias para convertir los datos recopilados en información, por lo que es importante recopilar y analizar datos relacionados con la solución (Patel y Deshpande, 2017).
Actuar	En la última fase del ciclo, se deben analizar las diferencias o variaciones para determinar su causa. Cada diferencia será parte de uno o más de los pasos del PHVA. Se debe determinar dónde aplicar los cambios que incluirán mejoras (Pinto et al, 2019). Cuando un resultado a través de estos cuatro pasos no resulta en la necesidad de mejorar, será necesario redefinir el alcance al que se dirige el PHVA aplicado hasta que exista un plan que implique una mejora. Patel y Deshpande (2017) expresaron que esto incluye actividades como: identificar los cambios sistémicos y las necesidades de formación para el personal; implementar el plan completo, planificar el seguimiento continuo de la solución de mejora continua y buscar otras oportunidades de mejora para reiniciar un nuevo ciclo.

De esta manera, el ciclo PHVA debe implementarse repetidamente en espirales de conocimiento creciente del sistema que convergen en el objetivo final, cada ciclo más cerca que el anterior. En palabras de Prashar (2017), se puede imaginar un resorte helicoidal abierto, con cada bucle siendo un ciclo del método científico - PHVA, y cada ciclo completo indica un aumento en el conocimiento del sistema en estudio.

Este enfoque se basa en la creencia de que los conocimientos y habilidades son limitados, pero mejoran (Liu et al, 2017). Especialmente al comienzo de un proyecto, es posible que no se conozca la información clave; el PHVA, como método científico, proporciona retroalimentación para justificar los supuestos (hipótesis) y aumentar el conocimiento. En lugar de entrar en "parálisis de análisis" para que sea perfecto la primera vez, es mejor estar aproximadamente correcto que exactamente incorrecto. Con el conocimiento mejorado, se puede optar por redefinir o modificar la meta o estado ideal (Patel y Deshpande, 2017).

### **Glosario de términos**

***Acción correctiva:*** cuando ocurre una no conformidad que es de naturaleza sistémica, es importante corregir no solo el problema inmediato, sino también encontrar cuál es la causa raíz del problema y corregirlo. Las acciones que se toman para corregir la causa raíz de un problema se denominan acción correctiva.

***Acción preventiva:*** una acción preventiva toma los mismos pasos que una acción correctiva para corregir la causa raíz de un problema. Sin embargo, lo hace cuando el problema aún no se ha producido como una no conformidad y sigue siendo un problema potencial.

***Ambiente de trabajo:*** las condiciones dentro de la infraestructura de la empresa que se necesitan para lograr productos o servicios conformes. Esto lo determina la empresa y puede incluir temperatura, humedad, iluminación, protección contra la intemperie y ruido.

***Competencia:*** los requisitos de competencia de un trabajo son las habilidades requeridas por los empleados para realizar adecuadamente el trabajo. La competencia del

empleado es la capacidad de sus habilidades y experiencia conocidas para satisfacer los requisitos del trabajo. Cuando las habilidades, habilidades, experiencia y educación de un empleado no satisfacen completamente las necesidades requeridas para realizar un trabajo, se puede aplicar la capacitación para cerrar la brecha y proporcionar las habilidades y conocimientos adicionales requeridos.

***Conformidad / No conformidad / Defecto:*** la conformidad es la capacidad de la salida de un proceso para satisfacer los requisitos que se desea cumplir. La salida puede ser un producto, servicio, documento, registro, entre otros., y los requisitos son los que la empresa ha decidido que son necesarios para el artículo de salida. La conformidad es cuando la salida cumple con los requisitos y, a la inversa, la no conformidad es cuando la salida no cumple con uno o más requisitos.

***Corrección:*** cuando ocurre una no conformidad, se toman medidas para corregir el problema inmediato. Si un documento es incorrecto, se realiza una actualización en el documento. Si un dibujo es incorrecto, se corrige el dibujo. Esto aborda el problema inmediato para que el trabajo pueda continuar.

***Efectividad:*** una comparación de los resultados reales y las actividades planificadas. La efectividad es qué tan bien las actividades cumplieron con el plan. Estas actividades pueden ser para cualquier plan, pero a menudo se utilizan en un sistema de gestión de calidad para evaluar el resultado de un proceso en comparación con el plan del proceso.

***Eficiencia:*** una comparación de los resultados obtenidos y los recursos necesarios para lograr los resultados. Un proceso puede ser efectivo, pero si se necesitan demasiados recursos para lograr los resultados, es posible que el proceso no se considere eficiente.

***Enfoque de proceso:*** mirar un sistema general como procesos más pequeños e interrelacionados para enfocar los esfuerzos hacia resultados más consistentes y predecibles en los procesos individuales del sistema. Controlar y mejorar los procesos individuales puede ser una forma mucho más fácil y eficaz de controlar y mejorar todo el sistema.

***Procedimiento / Procedimiento documentado:*** La forma que se especifica para realizar una actividad o proceso. Un procedimiento es una lista de pasos a seguir para que un proceso funcione correctamente, pero no es necesario documentarlo a menos que sea necesario.

***Satisfacción del cliente:*** La satisfacción del cliente es cuánto percibe su cliente que su producto o servicio ha cumplido con sus requisitos. Se trata más de la forma en que un cliente ha interpretado el resultado de la entrega de su producto o servicio que de cuánto siente que su producto o servicio ha cumplido con todos los requisitos establecidos.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

#### **Diagnóstico de la situación actual de los procesos relacionados con la de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.**

La experiencia profesional del investigador en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. Se llevó a cabo en el área de producción, asumiendo las responsabilidades como Supervisor de Producción, por lo que fui responsable de llevar a cabo las siguientes actividades: planificación y gestión de los recursos materiales, organización de las tareas, mantenimiento de las instalaciones, y la coordinación con las áreas de compras, almacenamiento y gerencia comercial de la organización.

En el contexto de la práctica profesional, el investigador detectó un conjunto de ineficiencias que dieron origen a la implementación de mejoras, para lo cual se escogió como metodología de trabajo la aplicación de los principios del ciclo Deming o PHVA, como modelo que sirviera de base para planificar, hacer, evaluar y tomar medidas correctivas al plan de mejoras propuesto.

#### **Descripción de los procesos de fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.**

En la Figura 9 se puede apreciar el diagrama de análisis de procesos (DAP) empleado en la empresa al inicio de la experiencia profesional, en este se especifican cada una de las actividades que comprenden el proceso de elaboración de rompecabezas, indicando además el tipo de operación (procesamiento, inspección, transporte, demoras y almacenamiento):

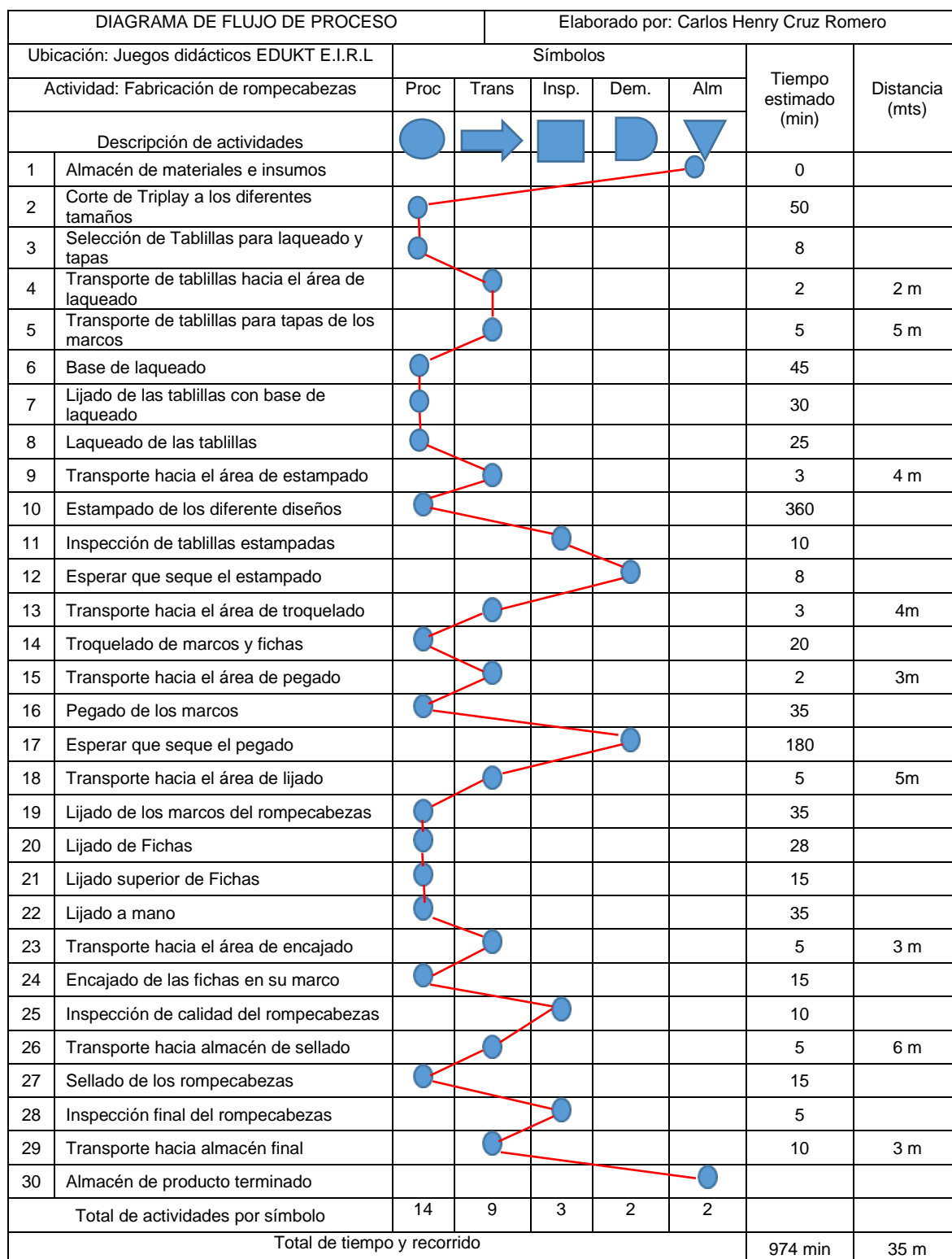


Figura 9. Diagrama de procesos de la empresa: Rompecabezas en alto relieve.  
Fuente: Juegos Didácticos Edukt SAC (2019)

## **Desarrollo de indicadores de gestión que permitan medir la productividad de la en la fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.**

La siguiente actividad consistió en la construcción de un conjunto de indicadores que permitieran conocer los niveles de producción de la empresa. Con datos suministrados por la gerencia de producción se identificaron y desarrollaron los siguientes indicadores (Ver Tabla 2):

Tabla 2. *Indicadores de productividad para la fabricación de rompecabezas.*

Indicador	Objetivo	Inductores
Eficacia	Mide la capacidad que tiene la organización en la actualidad en cumplir sus metas de producción	Se obtiene de la división entre la producción real entre la producción presupuestada, expresado en términos porcentuales
Eficiencia	Mide el uso óptimo de los recursos materiales en el proceso productivo	División entre el nivel de desperdicio generado en el proceso productivo entre el total de producción real, expresado en términos porcentuales.
Efectividad	Mide la capacidad real de producción en un periodo de tiempo	Se obtiene de la división entre el total de producción realizada en el periodo de observación entre el total de tiempo invertido (en el periodo). Se expresa en la cantidad de producto que se puede producir en un lapso de tiempo.
Calidad	Mide la capacidad de elaborar productos conformes con los requisitos del cliente.	Se obtiene de la división entre el total producto no conforme (en unidades), entre el total de producción para el mismo periodo. Se expresa en los niveles porcentuales de producto conforme.
Economía	Evaluar la capacidad del área de producción de convertir los recursos disponibles (recursos humanos, materias primas y maquinarias), en productos aptos para la venta, sin desperdicio.	El costo de producción de los productos aptos para la venta se obtiene del costo total menos el costo del desperdicio y el costo del producto no conforme

A partir de la información presentada en la Tabla 2, se solicitaron los requisitos de información para el desarrollo de los indicadores. Estos requisitos fueron los siguientes:

- a. Producción mensual.
- b. Presupuesto de producción.
- c. Costos de producción mensual.
- d. Costo del desperdicio generado en producción mensual.
- e. Días hábiles de producción mensual.
- f. Gastos por reprocesamiento de producto no conforme.

Para el desarrollo de los indicadores, se presentaron las tablas con los requisitos de información para la identificación de los inductores. En la Tabla 3 se presenta la comparación de la producción mensual de la empresa en comparación con el presupuesto de producción de la empresa en el periodo de evaluación:

Tabla 3. *Producción real y presupuesto de producción en unidades (enero-junio 2019).*

Mes	Producción real	Producción presupuestada
Enero	19,611	25,000
Febrero	20,005	25,000
Marzo	21,098	25,000
Abril	26,312	30,000
Mayo	29,812	30,000
Junio	23,674	28,000
Totales	140,512	163,000

En la Tabla 4 se muestran los costos incurridos en producción en comparación con el presupuesto financiero de producción para el mismo número de unidades producidas:



Tabla 4. *Costos de producción real y presupuesto de producción en soles.*

Mes	Unidades producidas	Costos de producción real	Costo presupuestado
Enero	19,611	98,447.22	98,055.00
Febrero	20,005	102,025.50	100,025.00
Marzo	21,098	106,966.86	105,490.00
Abril	26,312	133,928.08	131,560.00
Mayo	29,812	153,531.80	149,060.00
Junio	23,674	120,737.40	118,370.00
<b>Totales</b>	140,512	715,636.86	702,560.00

En la Tabla 5 se reflejan los costos del desperdicio generado en el proceso productivo (piezas dañadas, uso inadecuado de materiales, entre otros):

Tabla 5. *Costos de los desperdicios generados en el proceso productivo en soles*

Mes	Costos por desperdicio
Enero	392.22
Febrero	2000.5
Marzo	1476.86
Abril	2368.08
Mayo	4471.8
Junio	2367.4
<b>Totales</b>	13,076.86

En la tabla 6 se muestran los costos incurridos por reprocesamiento de producto no conforme al final del proceso de fabricación:

Tabla 6. *Costos por reprocesamiento de producto no conforme en soles.*

Mes	Unidades no conformes	Costos por reprocesamiento
Enero	420	2,100.00
Febrero	411	2,055.00
Marzo	369	1,845.00
Abril	301	1,505.00
Mayo	361	1,805.00
Junio	427	2,135.00
Totales	2.289	11,445.00

Una vez obtenida la información respecto a los inductores de desempeño, se llevó a cabo el desarrollo de los indicadores de productividad en la fabricación rompecabezas de la empresa:

**Eficacia:** con este indicador, se buscó medir la capacidad que tiene la organización para cumplir sus metas de producción. Se obtuvo de la división entre la producción real entre la producción presupuestada, expresado en términos porcentuales:

$$eficacia\ de\ la\ producción = \frac{producción\ real}{producción\ presupuestada}$$

Ecuación 1. Indicador de eficacia de la producción

$$eficacia\ de\ la\ producción = 1 - \frac{140,512}{163,000}$$

$$eficacia\ de\ la\ producción = 86,20\%$$

**Eficiencia:** con este indicador se buscó evaluar el uso óptimo de los recursos materiales invertidos en el proceso productivo. Se obtuvo de la división entre el nivel de

desperdicio generado en el proceso productivo (en términos monetarios) entre el total de producción real (en términos monetarios), expresado en términos porcentuales:

$$\text{eficiencia de la producción} = 1 - \frac{\text{total desperdicio en soles}}{\text{producción real en soles}}$$

Ecuación 2. Indicador de eficiencia de la producción

$$\text{eficiencia de la producción} = 1 - \frac{13,076.86}{715,636.86}$$

$$\text{eficiencia de la producción} = 98,17\%$$

$$\text{nivel de desperdicio de la producción} = 1.83\%$$

**Efectividad:** Con este indicador se buscó medir la capacidad real de producción en un periodo de tiempo. Se obtiene de la división entre el total de producción realizada en el periodo de observación entre el total de tiempo invertido (en meses). Se expresa en la cantidad de producto que se puede producir en un día.

$$\text{efectividad de la producción} = \frac{\text{producción real en unidades}}{\text{tiempo invertido en producción}}$$

Ecuación 3. Indicador de efectividad de la producción

$$\text{efectividad de la producción} = \frac{140,512}{6}$$

$$\text{efectividad de la producción} = 23.419 \text{ unidades/mes}$$

**Calidad:** con este indicador se buscó evaluar la capacidad de elaborar productos conformes con los requisitos del cliente. Se obtiene de la división entre el total producto no

conforme (en unidades), entre el total de producción para el mismo periodo. Se expresa en los niveles porcentuales de producto conforme.

$$\text{calidad de la producción} = 1 - \frac{\text{total producto no conforme}}{\text{producción real}}$$

Ecuación 4. Indicador de calidad de la producción

$$\text{calidad de la producción} = 1 - \frac{2.289}{140,512}$$

$$\text{calidad de la producción} = 98,37\%$$

$$\text{nivel de producto no conforme} = 1,62\%$$

**Economía:** Mide el costo de producción de los productos aptos para la venta entre el total de costo de producción, para evaluar la capacidad del área de producción de convertir los recursos disponibles (recursos humanos, materias primas y maquinarias), en productos aptos para la venta, sin desperdicio. El costo de producción de los productos aptos para la venta se obtiene del costo total menos el costo del desperdicio y el costo del producto no conforme.

$$\text{economía de la producción} = \frac{\text{Total de costos de producción} - \text{desperdicio} - \text{no conforme}}{\text{Total de costos}}$$

Ecuación 5. Indicador de economía la producción

$$\text{economía de la producción} = \frac{715,636.86 - 13,076.86 - 11,445.00}{715,636.86}$$

$$\text{economía de producción} = 96,50\%$$

En forma resumida, se presenta en la Tabla 7 los resultados del desarrollo de los indicadores de productividad en la empresa Juegos Didácticos Edukt SAC y su respectivo análisis.

Tabla 7. *Resultados de los indicadores de productividad en la empresa*

Indicador	Resultado	Observaciones
Eficacia	86,20%	La empresa manifiesta dificultades en cumplir con el presupuesto de producción establecido para garantizar su permanencia en el mercado y el logro de las metas comerciales y financieras.
Eficiencia	98,17%	El nivel de desperdicio de materiales en el proceso de producción es de S./13.076,86, lo que equivale al 1,83% de los costos totales de producción.
Efectividad	23.419 unidades/mes	El nivel de efectividad de la producción está por debajo de lo presupuestado en 3.748 unidades en el periodo observado.
Calidad	98,37%	Del total de unidades producidas en el periodo (140.512), 2.289 fueron sometidas a reproceso por inconformidad en el cumplimiento de los requisitos del cliente.
Economía	96,50%	El 3,50% de los costos de producción incurridos en el periodo observado corresponde a desperdicio de materiales y reprocesamiento de productos no conformes.

### **Elaboración de una lista de verificación para evaluar el cumplimiento de los requisitos de eficiencia en la fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.**

Como segunda actividad, se aplicó una lista de verificación con el propósito de evaluar el cumplimiento de los requisitos de eficiencia en la fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. Esta actividad tuvo como producto la obtención de un conjunto de observaciones que permitan la implementación de un plan de mejoras. Como se puede apreciar en la Tabla 8, la lista contenía una serie de enunciados agrupados por dimensiones, así como un espacio para anotar la ausencia o presencia de los requisitos planteados en el documento.

Tabla 8. *Resultados de la lista de verificación para evaluar el cumplimiento de los requisitos de eficiencia en la fabricación de rompecabezas de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.*

Aspecto a observar	Hallazgo	
	SÍ	NO
<b>PLANEACIÓN</b>		
Se ha desarrollado un perfil estratégico del área de producción de la empresa, que incluya misión, visión y objetivos a cumplir.		X
El área de producción de la empresa cuenta con una planificación que le permita organizar sus recursos y el logro de sus metas.		X
Existe un método de comunicación formal para el suministro de materiales desde la zona de almacén que garantice el flujo adecuado en el proceso productivo.	X	

Aspecto a observar	Hallazgo	
	SÍ	NO
Se realizan actividades de intercambio de información con los clientes para ajustar el presupuesto de producción a la demanda real del mercado.		X
Existe una política de calidad para el proceso de producción en la empresa.	X	
Existen políticas formales de control interno y se han comunicado al personal en forma escrita.	X	
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b>		
Cada estación de trabajo cuenta con los materiales y herramientas adecuadas para llevar a cabo el trabajo		X
Los operadores utilizan las herramientas y los materiales de forma correcta.	X	
Las herramientas y los materiales de trabajo se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento.	X	
Se realiza un programa de mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos para garantizar su correcto funcionamiento.		X
<b>RECURSOS HUMANOS</b>		
El personal de la empresa ha sido capacitado para llevar a cabo sus responsabilidades bajo los principios de eficacia, eficiencia y productividad.		X
El personal del área de producción cuenta con los equipos de protección personal adecuados para cumplir sus tareas de manera segura.	X	
Se han comunicado al personal los objetivos de la gestión de producción de la empresa que permitan servir como referencia al trabajador en el logro de metas individuales y colectivas.		X

Aspecto a observar	Hallazgo	
	SÍ	NO
La organización del personal en la planta contribuye con la agilidad del proceso de fabricación.		X
<b>PROCESOS</b>		
Existen indicadores de gestión que permitan medir los niveles de desempeño del área de producción.		X
Se cuenta con un mapa de procesos que permita el seguimiento y control de las actividades de producción.		X
Las actividades del Departamento de Producción de la empresa se cumplen de acuerdo a lo previsto en los manuales de normas y procedimientos existentes.	X	
Existen en el departamento de Producción estrategias orientadas a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes de la empresa.	X	
Se han desarrollado actividades para crear ciclos de operaciones específicos para atender variaciones en la demanda.		X
Todos los procesos y variaciones que ocurren en el área de producción son documentados adecuadamente.		X
<b>MEJORA CONTINUA</b>		
Se aplicado en la empresa alguna estrategia relacionada con la mejora continua de procesos.		X
Se motiva al personal a proponer mejoras en los procesos con base en su experiencia en la empresa y el tipo de actividad que realizan.		X
Los recursos tecnológicos empleados por el Departamento de Producción responde a sus necesidades y a las exigencias de crecimiento de la empresa.	X	



Aspecto a observar	Hallazgo	
	SÍ	NO
Se discute entre los directivos, jefes de área y trabajadores respecto al desempeño del área de producción y la manera identificar posibles mejoras al proceso.		X
Los formatos que se emplean en la actualidad permiten cumplir con eficiencia el registro de las operaciones productivas de la empresa.	X	

Para analizar los resultados la lista de verificación, en la Tabla 9 se muestra un resumen del nivel de cumplimiento de los requisitos incluidos como buenas prácticas de gestión en el área de manufactura:

Tabla 9. *Evaluación cuantitativa de los resultados de la lista de verificación.*

Requisitos	Cumple	No cumple
Planeación	4	3
Materiales y herramientas	2	2
Recursos humanos	1	3
Procesos	2	3
Mejora continua	2	3
Totales	11	14
<b>Nivel de cumplimiento</b>		<b>56%</b>

A partir de estos resultados, se logró obtener una observación general de los niveles de cumplimiento del área de producción con las buenas prácticas de manufactura, y se realizó un Diagrama de Ishikawa para mostrar los factores que incidían en la productividad del proceso de fabricación de rompecabezas (Ver Figura 10):

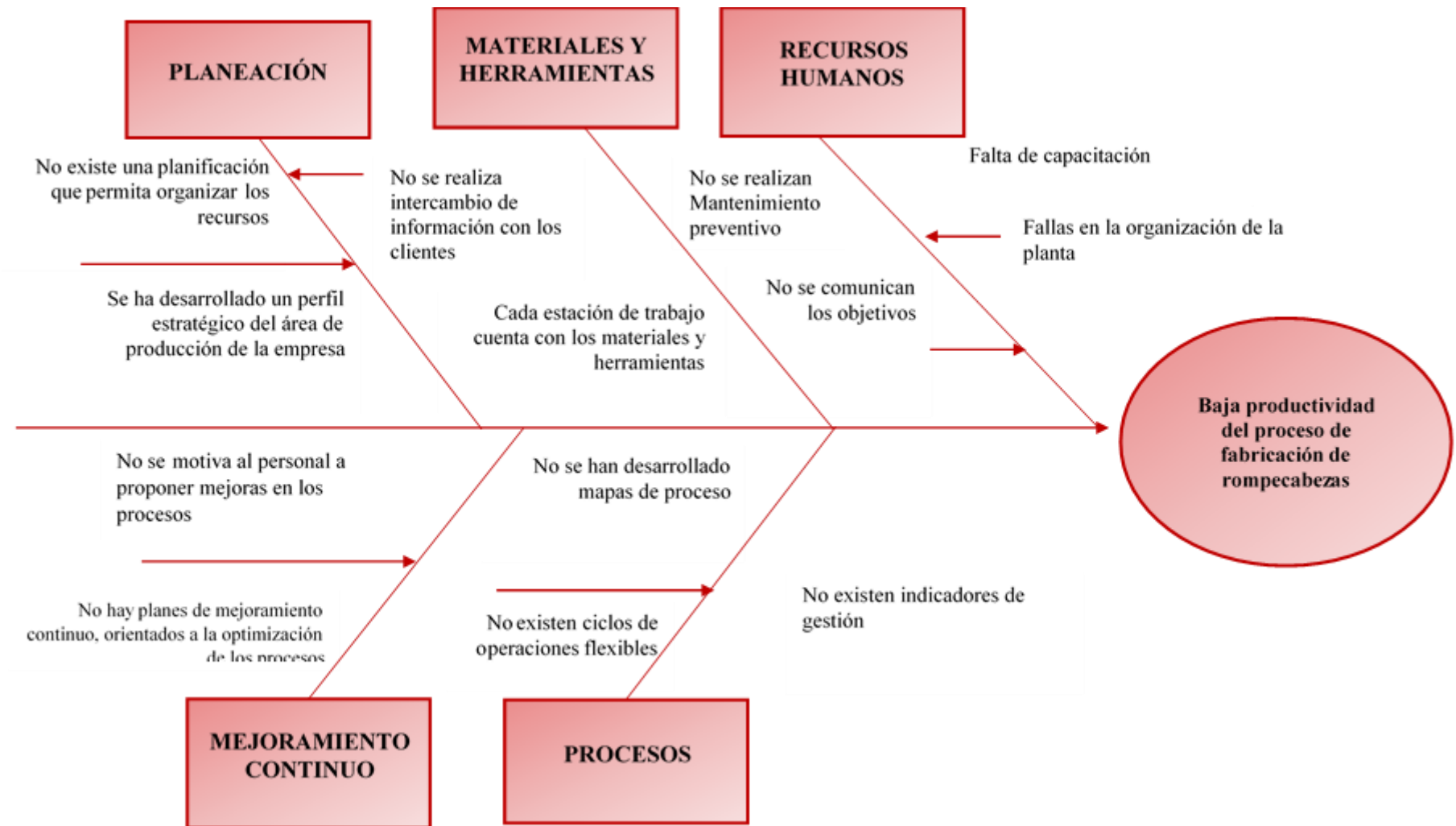


Figura 10. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto de los elementos que inciden en la baja productividad del proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020).

## **Determinación de los factores que indican sobre la productividad de la empresa para ser incorporados a un plan de mejoras basadas en la metodología PHVA.**

Una vez finalizada la fase de diagnóstico, se procedió a identificar o determinar los factores que influyen con mayor impacto en el proceso productivo destinado a la fabricación de rompecabezas en la empresa. Con este propósito los hallazgos de incumplimientos detectados en la lista de verificación y representados en el diagrama de Ishikawa fueron sometidos a un análisis por parte del personal de supervisores, gerente, personal administrativo y personal operativo del área de producción de la empresa, en un total de 30 personas a quienes se les aplicó la técnica de grupo nominal.

Los factores incluidos en la actividad fueron: inexistencia de una planificación para organizar recursos en el área de producción, falta de intercambio de información con los clientes, ausencia de un perfil estratégico para el área de producción, debilidades en la disposición de materiales y herramientas, falta de mantenimiento preventivo, falta de comunicación de objetivos, capacitación al personal, fallas en la organización de la planta, no se motiva al personal proponer mejoras en los procesos, no hay planes de mejoramiento continuo, no existen ciclos de operaciones flexibles, no se ha desarrollado un mapa de procesos ni existen indicadores de gestión.

Con el uso de esta técnica, cada trabajador observó la evidencia detectada y la evaluó del 1 a al 10, otorgando 10 puntos al factor que consideraba más importante y 1 al que consideraba menos importante. Con estos resultados los factores analizados fueron priorizados (Ver Tabla 10) y representados visualmente en un Diagrama de Pareto que se presenta en la figura 11.

Tabla 10. *Resultados de la técnica de grupo nominal con los factores indican sobre la productividad de la empresa para ser incorporados a un plan de mejoras basadas en la metodología PHVA.*

<b>Factor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>
No hay planes de mejoramiento continuo	251	24,6%	24,6%
Ausencia de un perfil estratégico	222	21,7%	46,3%
Capacitación al personal	176	17,2%	63,5%
No existen indicadores de gestión	144	14,1%	77,6%
Falta de mantenimiento preventivo	95	9,3%	86,9%
Fallas en la organización de la planta	61	6,0%	92,9%
No se ha desarrollado un mapa de procesos	42	4,1%	97,0%
Debilidades en la disposición de materiales	12	1,2%	98,1%
No existen ciclos de operaciones flexibles	10	1,0%	99,1%
No se motiva al personal proponer mejoras	7	0,7%	99,8%
Falta de comunicación de objetivos	2	0,2%	100,0%
Falta de intercambio de información	251	24,6%	24,6%

A partir de la aplicación de la técnica de grupo nominal se consideró que los factores que los indican sobre la productividad de la empresa para ser incorporados a un plan de mejoras basadas en la metodología PHVA son:

- a. Implementación de un plan de mejoramiento continuo.
- b. Elaboración de un perfil estratégico.
- c. Capacitación al personal.
- d. Desarrollo de indicadores de gestión.

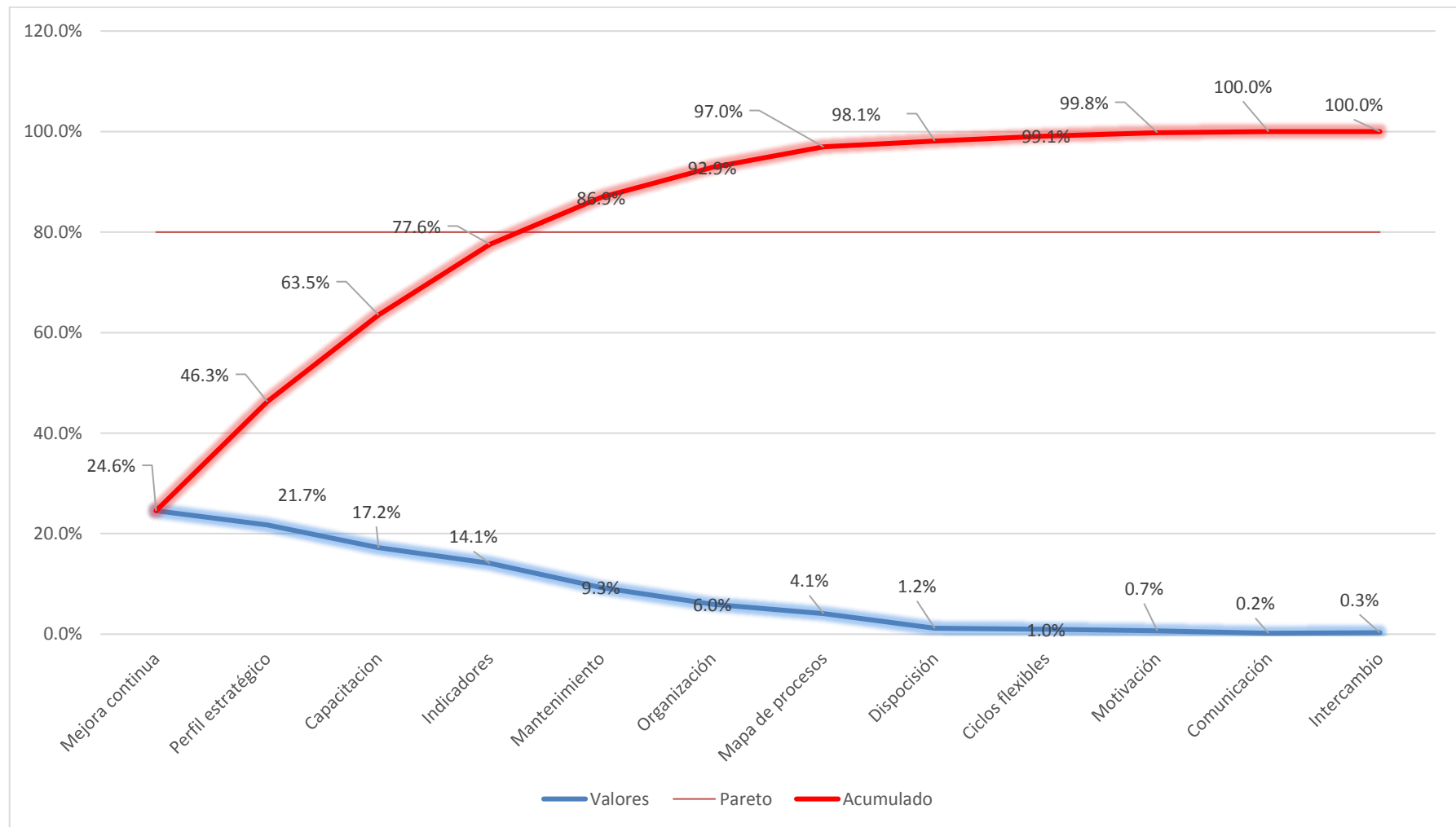


Figura 11. Diagrama de Pareto de los elementos que inciden en la baja productividad del proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020).

## **Elaboración de la propuesta de implementación de la metodología PHVA para mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.**

La implementación de un plan de mejora de procesos de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. Por medio de la metodología de PHVA, tuvo como objetivos principales que las mejoras que se obtengan sean incrementales y sostenibles en el tiempo, que involucren a todo el personal de la empresa y que no se tengan que realizar inversiones cuantiosas, es decir utilizando de forma más eficiente los recursos disponibles.

### **Planeación**

Las siguientes consideraciones se deben acatar para lograr mejorar las condiciones de trabajo:

- Mejoramiento del alumbrado
- Control de la temperatura
- Ventilación adecuada
- Control del ruido
- Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales
- Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.
- Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y transmisión de movimiento.
- Dotación del equipo necesario de protección personal.

## Acción

En la figura 12 se presenta la distribución antigua (Planta I) de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.

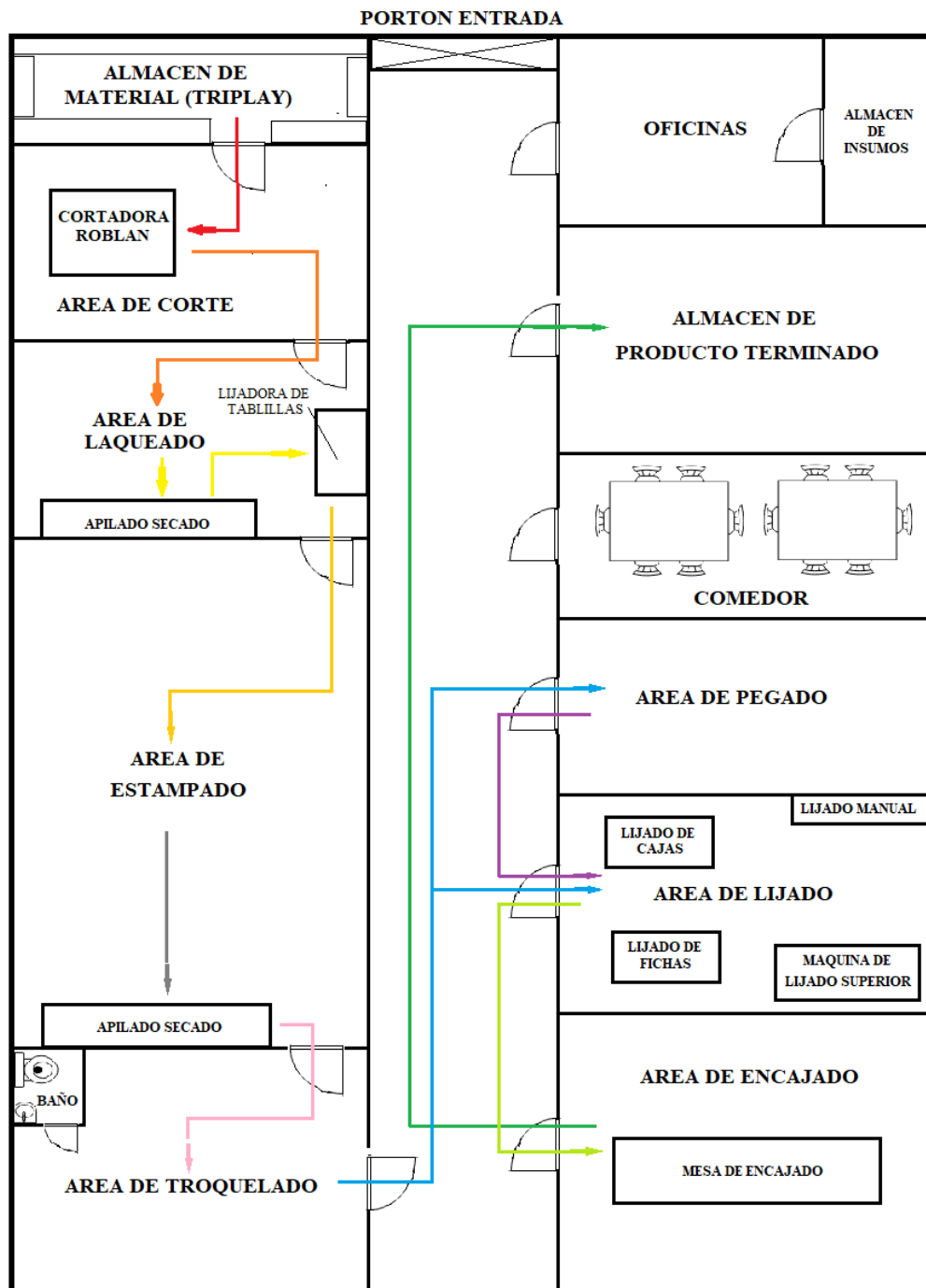


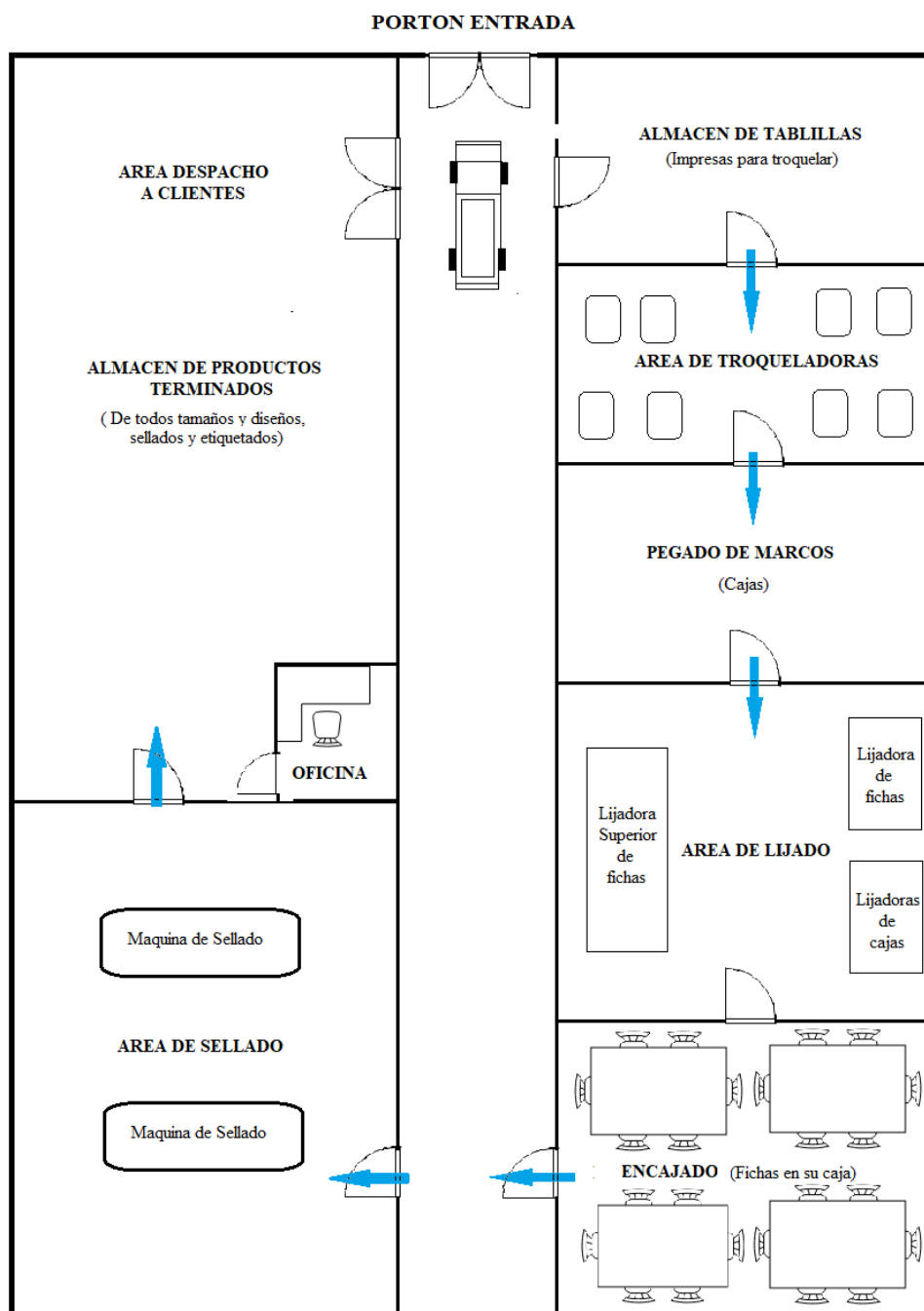
Figura 12. Distribución antigua de la empresa (Planta I) Juegos Didácticos Edukt, SAC.  
Fuente: Elaboración propia (2020)

Con el fin de mejorar las condiciones de trabajo para la producción de los rompecabezas, se propuso una nueva distribución de la planta antigua donde funcionaran solamente las áreas de corte laqueado y estampado y la creación de una nueva planta (ver figura 13), a donde llegarían las tablillas ya impresas y en donde se establece una línea continua de producción, ahorrando tiempo en el movimiento de los distintos componentes fabricados.



*Figura 13.* Vista de la distribución antigua de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.  
*Fuente:* Elaboración propia (2020)





*Figura 14.* Distribución de la planta nueva (Planta II) de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC.  
*Fuente:* Elaboración propia (2020)

Adicionalmente se introducen mejoras en todas las áreas de producción en cuanto a los espacios individuales de trabajo, a la iluminación, recolección de polvo, ventilación y una mejor distribución de las maquinas.

Las mejoras propuestas incluyen cambios en las siguientes áreas de trabajo:

- **Área de corte (Planta I).**

Se aumenta el área de corte de tablillas en la Planta I, para poder utilizar una cortadora de mayor capacidad, la cual ya estaba disponible pero no era utilizada, por no disponer del espacio necesario. En la figura 15 se presenta la maquina cortadora que se usaba anteriormente y en la figura 16 la maquina cortadora utilizada por la propuesta la cual permite cortar una mayor cantidad de tablillas en un solo corte, con lo cual se duplica la capacidad de corte diario. Esta nueva área se equipa con equipos de succión de polvo y una mejor iluminación, lo cual se traduce en un mejor ambiente de trabajo para los operadores.



*Figura 15.* Sierra de corte giratoria para el corte de tablillas.

*Fuente:* Elaboración propia (2020)



*Figura 16.* Cortadora de tablillas de la propuesta.

*Fuente:* Elaboración propia (2020)

- **Área de Laqueado (Planta I).**

El área de laqueado también es incrementada con el fin de disponer de un espacio más adecuado de trabajo. En figura 17 se puede apreciar cómo era el área de laqueado antes de la propuesta; más pequeño, poco iluminado y sin ductos de ventilación y succión, a diferencia del área propuesta (ver figura 18) donde los operarios tienen mayor espacio y mejores condiciones de trabajo, pudiendo de esa manera producir en mayores cantidades con un aproximado de 3000 tablillas laqueadas diarias.



*Figura 17. Área de laqueado original de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. .*  
*Fuente: Elaboración propia (2020)*



*Figura 18. . Área de laqueado propuesta (actual) de la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC. .*  
*Fuente: Elaboración propia (2020)*

- **Área de estampado**

Al igual que las otras áreas descritas anteriormente, el área de estampado aumenta en tamaño. La figura 19 muestra como era el área de estampado, y la figura muestra la nueva área de estampado, la cual cuenta con espacios suficientes, mejoras en iluminación y la incorporación de ductos de succión de los gases que se liberan de las pinturas vinílicas empleadas para la serigrafía e impresión de los rompecabezas con lo cual mejora notablemente las condiciones de trabajo para los operarios y evitar así alguna enfermedad por inhalación de estos gases



*Figura 19. Área de estampado utilizada anteriormente en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*



*Figura 20. Área de estampado propuesta (nueva) en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*

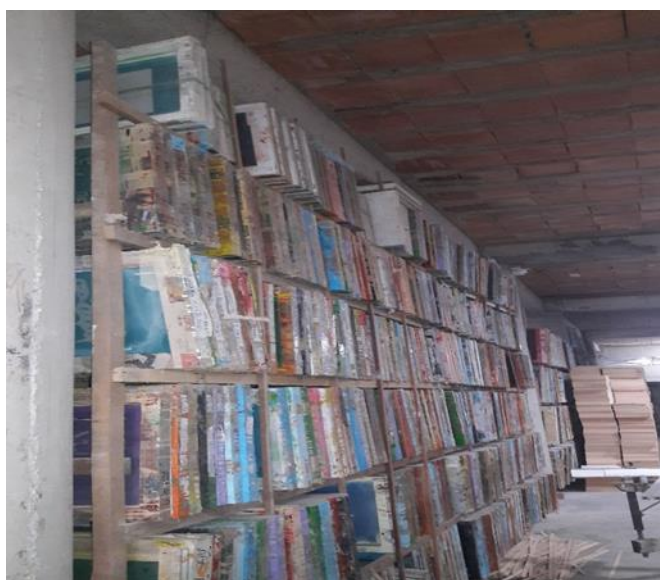
Como opción a futuro se recomendó a la empresa la incorporación de mesas rotativas de estampado donde se pueden montar 4 o más cuadros para ser estampados a una mayor velocidad.

- **Almacén de cuadros de estampado**

Se crea el almacén de estampados, donde como su nombre lo indica se apilan en estantes diseñados para tal fin, las tablillas impresas con el diseño respectivo. En la figura 21 se muestra como anteriormente se apilaban las tablillas en una esquina y en la figura 22 se aprecia los cuadros estampados almacenados por tamaños y diseños. Anteriormente simplemente se apilaban en una esquina y de ahí se sacaba cuando se los necesitaba.



*Figura 21.* Forma en que se apilaban los cuadros estampados antes de la mejora del proceso.  
*Fuente:* Elaboración propia (2020)



*Figura 22.* Área de almacenamiento de cuadros (propuesta) en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
*Fuente:* Elaboración propia (2020)



- **Área de troquelado**

El área de troquelado también se ve incrementada con el fin de tener un mayor espacio para lograr una mayor producción. En figura 23 se observa que antes se troquelaba en un área reducida, por lo cual el operario disponía de poco material y debía troquelar luego retirar todo lo troquelado y nuevamente abastecerse de tablillas impresas y seguir troquelando; en la propuesta (ver figura 24) se presenta un área de mayor dimensión, con la maquinaria redistribuida lo cual le permite al troquelador tener mayor cantidad de tablillas, reducir el número de operaciones y así ser más eficiente.



*Figura 23. Área de troquelado antigua en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*





*Figura 24. Área de troquelado propuesta (nueva) en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*

- **Área de Lijado de tablillas**

El área de lijado también se incrementa y se implementa el uso de cabinas de lijado. En la figura 25 se aprecia como el lijado se realizaba con algunas máquinas y también manualmente, y en la figura 26 se muestra la propuesta de las cabinas de lijado, las cuales cuentan con iluminación y con filtros de succión de polvo aumentando también la eficiencia del proceso, porque ya no se requiere que sacudan las tablillas una por una sino que a medida que se va lijando los filtros de succión aspiran el polvo lijado.



*Figura 25. Área de lijado antigua en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*



*Figura 26. Área de lijado propuesta (nueva) con cabina en el proceso de fabricación de rompecabezas.  
Fuente: Elaboración propia (2020)*

Todas las áreas fueron aumentadas en tamaño y dotadas con una mejor iluminación, y con los equipos de extracción de polvo requeridos.

- **Plan de Mantenimiento de Maquinas.**

Al intensificar el trabajo también hay que mejorar el plan de mantenimiento de la maquinaria utilizada con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de las herramientas, para que soporten la carga de trabajo de forma eficaz y evitándonos interrupciones de la cadena de producción por malfuncionamiento de las mismas.

Para cumplir con las ordenes de producción se requiere que la maquinaria este siempre disponible para realizar la labor encomendada por lo que las labores de mantenimiento deben realizarse en horarios fuera de los establecidos para la producción con el fin de no retrasar dicho proceso.

La mayoría de las tareas de mantenimiento se pueden realizar dentro de la empresa y deben ser planificadas en labores de mantenimiento preventivo (limpiezas, engrasados.) y en labores de mantenimiento predictivo, el cual se lleva a cabo casi al escuchar ruidos extraños, percibir aumentos de temperaturas o alguna anomalía en el uso normal de las maquinas.

Tabla 11. *Mantenimiento programado para las máquinas de la empresa.*

Máquina	Todos los días	1 vez al mes	Cada 3 meses
Cortadora 1	Limpieza con brocha y aire comprimido	Lubricación y afilado	Revisión de motor
Máquina de corte	Limpieza con brocha y aire comprimido	Lubricación y afilado	Revisión de motor
Lijadora Manual	Limpieza con brocha y aire comprimido	lubricación	Revisión de motor
Lijadora de cajas	Limpieza con brocha y aire comprimido. Revisión de lijas	lubricación	Revisión de motor
Lijadora de fichas	Limpieza con brocha y aire comprimido, Revisión de lijas	lubricación	Revisión de motor
Aspiradora de polvos	Limpieza con brocha y aire comprimido. Limpieza de bolsa	lubricación	Revisión de motor
Troqueladora	Limpieza con brocha y aire comprimido	lubricación	
Estampadora	Limpieza con trapo y aire comprimido	lubricación	

Mantenimiento detallado para cada máquina cortadora y lijadoras:

- Cortadoras
  1. Limpieza con aire comprimido después de una jornada de trabajo.
  2. Verificar en cada limpieza la correcta ubicación de la sierra y/o topes de la misma.
  3. Lubricar las piezas móviles una vez a la semana
  4. Afilar el disco de sierra cada 3 meses.
- Lijadora:
  1. Limpieza total con pistola de aire en cada jornada de uso.
  2. Verificar el estado de la lija cada dos días.
  3. Lubricación de las partes móviles una vez por semana
  4. Con respecto a las bandas, se utilizan de grano 40 para lijar obtener una Superficie lisa, y una de grano 80 para pulir las superficies.



*Figura 27. Lijadora de marcos*  
*Fuente: Elaboración propia (2020)*

## Formación al personal

La fabricación continúa cambiando y evolucionando, lo que abre un mundo completamente nuevo de posibilidades para las empresas de fabricación progresistas con miras al crecimiento futuro. Sin embargo, mantenerse al día con todos los cambios presenta un desafío para las entidades de fabricación que deben encontrar formas de adaptarse mientras mantienen los costos bajo control. También existe la necesidad de volver a capacitar a una fuerza laboral que puede no ser receptiva a los nuevos conceptos o temer que las tecnologías emergentes pronto hagan obsoletos sus trabajos. Debido a ello, uno de los aspectos más relevantes del plan de mejoras consistió en la capacitación al personal en el uso de las mejores prácticas de manufactura. La práctica fue llevada a cabo por el investigador, participó todo el personal de producción en cinco jornadas de ocho horas, y contempló los siguientes módulos de formación, según se detalla en la Tabla 12:

Tabla 12. *Curso de capacitación al personal de producción en mejores prácticas de manufactura (BPM)*

<b>Objetivo del plan de formación</b>	Desarrollar en el personal del área de producción nuevas formas de ser más eficientes y eficaces para ayudar a mantener los costos bajo control. Las mejores prácticas de manufactura conforman un proceso sistemático que se enfoca en reducir el desperdicio sin sacrificar la productividad. Adherirse a las mejores prácticas en la fabricación ajustada proporciona muchos beneficios valiosos, que incluyen un rendimiento de calidad mejorado, costos de inventario más bajos, mayor eficiencia, desarrollo de productos más rápido, mayor satisfacción del cliente y, sobre todo, mayores ganancias.
---------------------------------------	--

Módulos	Contenidos
Cuidado del medio ambiente	Las formas de convertirse en un fabricante más respetuoso con el medio ambiente incluyen depender más de las fuentes de energía renovables, reducir los residuos y hacer que su planta sea más eficiente energéticamente: Incluyó prácticas relacionadas con caracterización de residuos, estrategias de reducción de productos defectuosos, almacenaje de residuos, reciclaje.
Implementación de un sistema de gestión de la calidad	La implementación y el cumplimiento de sistemas de gestión de calidad efectivos sigue siendo una de las mejores prácticas para las operaciones de fabricación. Un SGC permite al fabricante lograr una mayor coherencia en todos los aspectos del proceso de producción, al tiempo que reduce los costosos errores y mejora la satisfacción del cliente
Manejo de inventarios	El inventario representa un gasto significativo para la mayoría de las entidades de fabricación. El proceso de mejores prácticas de manufactura se centra en producir solo los productos suficientes para cumplir con los pedidos de los clientes. Las empresas no tendrán que manejar y almacenar el exceso de stock, lo que minimiza los costos laborales y libera espacio en el piso para usos más productivos
Mejora del ciclo de producción	A filosofía BPM enfatiza hacer más con menos. En consecuencia, hay menos casos de problemas como averías de la máquina y otros problemas que pueden interrumpir el ciclo de producción y crear retrasos largos y costosos.
Calidad del producto	Control de calidad en cada paso del proceso de producción en lugar de solo al final. Este cambio

	aumenta la probabilidad de detectar problemas que podrían reducir la calidad y brinda más oportunidades para corregirlos.
Compromiso organizacional	El compromiso de los empleados es un componente clave del concepto BPM. Empodera a los trabajadores animándolos a participar en los esfuerzos de mejora de procesos. Los trabajadores comprometidos suelen ser más felices y es más probable que permanezcan más tiempo con su empleador
Satisfacción del cliente	Al eliminar las ineficiencias, la fabricación basada en BPM crea tiempos de producción, embalaje y envío más rápidos. Los clientes recibirán sus pedidos de forma más rápida y con menos errores, lo que mejorará su nivel de satisfacción y aumentará la retención



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En esta sección de la investigación se muestran los resultados obtenidos una vez implementados los cambios en la fabricación de rompecabezas de la empresa esta evaluación se hace desde dos puntos de vista para comenzar una comparación de los indicadores de desempeño antes y después de la implementación y luego una evaluación económica de la implementación para verificar su factibilidad y beneficio.

### **Evaluación de los indicadores de desempeño posteriores a la implementación de la propuesta y comparación con la situación inicial**

En la Tabla 13 se presenta la comparación de la producción mensual de la empresa en comparación con el presupuesto de producción de la empresa en el periodo posterior a la implementación

Tabla 13. *Producción real y presupuesto de producción en unidades posterior a la implementación (julio-diciembre 2019).*

Mes	Producción real	Producción presupuestada
Julio	27,234.00	28,000.00
Agosto	26,527.00	30,000.00
Septiembre	28,600.00	30,000.00
Octubre	29,545.00	32,000.00
Noviembre	29,658.00	30,000.00
Diciembre	28,259.00	30,000.00
Totales	169,823.00	180,000.00

En la Tabla 14 se muestran los costos incurridos en producción en comparación con el presupuesto financiero de producción para el mismo número de unidades producidas en los meses posteriores a la implementación:

Tabla 14. *Costos de producción real y presupuesto de producción en soles después de la implementación.*

Mes	Unidades producidas	Costos de producción real	Costo presupuestado
Julio	27,234.00	138,270.00	136,170.00
Agosto	26,527.00	133,835.00	132,635.00
Septiembre	28,600.00	144,400.00	143,000.00
Octubre	29,545.00	148,725.00	147,725.00
Noviembre	29,658.00	149,290.00	148,290.00
Diciembre	28,259.00	143,295.00	141,295.00
<b>Totales</b>	169,823.00	857,815.00	849,115.00

En la Tabla 15 se reflejan los costos del desperdicio generado en el proceso productivo (piezas dañadas, uso inadecuado de materiales, entre otros) en los meses posteriores a la implementación:

Tabla 15. *Costos de los desperdicios generados en el proceso productivo en soles en los meses posteriores a la implementación*

Mes	Costos por desperdicio
Julio	1,313.78
Agosto	1,600.40
Septiembre	1,181.49
Octubre	894.46
Noviembre	1,577.44
Diciembre	1,293.92
<b>Totales</b>	7,861.49

En la tabla 16 se muestran los costos incurridos por reprocesamiento de producto no conforme al final del proceso de fabricación:

Tabla 16. *Costos por reprocesamiento de producto no conforme en soles.*

Mes	Unidades no conformes	Costos por reprocesamiento
Enero	210	1,050.00
Febrero	325	1,625.00
Marzo	271	1,355.00
Abril	155	775.00
Mayo	120	600.00
Junio	181	905.00
Totales	1,262	6,310.00

Una vez obtenida la información respecto a al desempeño posterior a la implementación, se llevó a cabo el desarrollo de los indicadores de productividad en la fabricación rompecabezas de la empresa:

**Eficacia:** Cumplimiento del presupuesto de producción.

$$eficacia\ de\ la\ producción = \frac{169,823}{180,000} \times 100$$

$$eficacia\ de\ la\ producción = 94,35\%$$

**Eficiencia:** uso óptimo de los recursos materiales invertidos en el proceso productivo.

$$eficiencia\ de\ la\ producción = 1 - \frac{857,815,00}{849,115.00}$$

$$eficiencia\ de\ la\ producción = 98,99\%$$

$$\text{nivel de desperdicio de la producción} = 1.01\%$$

**Efectividad:** Capacidad real de producción en un periodo de tiempo.

$$\text{efectividad de la producción} = \frac{169,823}{6}$$

$$\text{efectividad de la producción} = 28.303 \text{ unidades/mes}$$

**Calidad:** Capacidad de elaborar productos conformes con los requisitos del cliente.

$$\text{calidad de la producción} = 1 - \frac{1.262}{169,823}$$

$$\text{calidad de la producción} = 99,26\%$$

$$\text{nivel de producto no conforme} = 0.74\%$$

**Economía:** Mide la capacidad del área de producción de convertir los recursos disponibles (recursos humanos, materias primas y maquinarias), en productos aptos para la venta, sin desperdicio.

$$\text{economía de la producción} = \frac{857,815.00 - 7,861.49 - 6,310.00}{857,815.00}$$

$$\text{economía de producción} = 98,32\%$$

En forma resumida, se presenta en la Tabla 17 los resultados del desarrollo de los indicadores de productividad antes y después de la implementación de las mejoras en la empresa Juegos Didácticos Edukt SAC y su respectivo análisis.

Tabla 17. *Resultados de los indicadores de productividad en la empresa antes y después de la implementación*

Indicador	Medición Inicial	Medición Posterior	Observaciones
Eficacia	86.20%	94.35%	Con la implementación de las mejoras el área de producción de la empresa logró incrementar su capacidad de producción en 29309 unidades lo que representa una variación positiva del 8,15%
Eficiencia	98.17%	98.99%	A pesar de que la empresa mantenía una niveles de eficiencia aceptables se logró mejorar este indicador disminuyendo los costos por de desperdicio de 13, 076.99 a 8,700.00; esto a pesar que la producción en unidades fue mayor.
Efectividad	23,419 unidades/mes	28.303 unidades/mes	Se logró un incremento de 4,884.00 unidades mensuales, que significa incremento de la capacidad de producción y mayores ingresos económicos para la organización.
Calidad	98.37%	99.26%	Los costos por calidad de la empresa representaron un 0.74% del total de las ventas en el período. A pesar que la meta de la empresa es alcanzar la meta de 0,5%, se logró un avance significativo.
Economía	96.50%	98.32%	La producción logró ser económicamente efectiva en un 98,32%, lo que representa un incremento de 1,82%

## Evaluación económica de la propuesta

### Gastos de implementación

En la tabla 18 se hace una relación de los gastos de implementación incurridos en los seis meses de implementación de la propuesta:

Tabla 18. *Gastos de implementación incurridos en los seis meses de implementación de la propuesta*

Descripción	Inversión S/.
Participación del investigador (salario)	14,800.00
Participación de los colaboradores (personal del área de producción)	51,690.00
Participación de la gerencia	11,300.00
Organización de la planta (compra de mobiliario, estanterías, nueva línea de producción)	5,050.00
Sierra cortadora	2,500.00
Ductos de succión	7,400.00
Mesa rotativa	3,250.00
Capacitación al personal (alquiler de proyector, impresiones, útiles de oficina)	800.00
<b>Total</b>	<b>96,790.00</b>

\*Sierra cortadora, ya se contaba con la máquina, pero se realizó modificación para succión de polvo.

Para hacer una comparación de los beneficios obtenidos con la propuesta, en la Tabla 18 se muestra el flujo de caja sin la implementación y en la Tabla 19 el flujo económico con la implementación, a partir de los datos obtenidos en el periodo de observación:

Tabla 19. *Flujo de efectivo proyectado sin la implementación*

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO SIN IMPLEMENTACIÓN						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Ingresos por ventas		1,860,655.84	1,953,688.63	2,051,373.06	2,153,941.71	2,261,638.80
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>1,860,655.84</b>	<b>1,953,688.63</b>	<b>2,051,373.06</b>	<b>2,153,941.71</b>	<b>2,261,638.80</b>
<b>EGRESOS</b>						
Costos operativos		1,302,459.09	1,367,582.04	1,435,961.14	1,507,759.20	1,583,147.16
Gastos de administración y ventas		111,639.35	117,221.32	123,082.38	129,236.50	135,698.33
Gastos generales		46,516.40	48,842.22	51,284.33	53,848.54	56,540.97
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>1,460,614.83</b>	<b>1,533,645.57</b>	<b>1,610,327.85</b>	<b>1,690,844.24</b>	<b>1,775,386.46</b>
Utilidad bruta		400,041.00	420,043.05	441,045.21	463,097.47	486,252.34
Impuesto a la Renta (29.5%)		118,012.10	123,912.70	130,108.34	136,613.75	143,444.44
Utilidad neta		282,028.91	296,130.35	310,936.87	326,483.72	342,807.90
Flujos de inversión		-	-	-	-	-
Flujo neto económico	-	282,028.91	296,130.35	310,936.87	326,483.72	342,807.90

Tabla 20. *Flujo de efectivo proyectado con la implementación*

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO CON IMPLEMENTACIÓN						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Ingresos por ventas		2,230,319.00	2,341,834.95	2,458,926.70	2,581,873.03	2,710,966.68
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>2,230,319.00</b>	<b>2,341,834.95</b>	<b>2,458,926.70</b>	<b>2,581,873.03</b>	<b>2,710,966.68</b>
<b>EGRESOS</b>						
Costos operativos		1,561,223.30	1,639,284.47	1,721,248.69	1,807,311.12	1,897,676.68
Gastos de administración y ventas		133,819.14	140,510.10	147,535.60	154,912.38	162,658.00
Gastos generales		55,757.98	58,545.87	61,473.17	64,546.83	67,774.17
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>1,750,800.42</b>	<b>1,838,340.44</b>	<b>1,930,257.46</b>	<b>2,026,770.33</b>	<b>2,128,108.85</b>
Utilidad bruta		479,518.59	503,494.51	528,669.24	555,102.70	582,857.84
Impuesto a la Renta (29.5%)		141,457.98	148,530.88	155,957.43	163,755.30	171,943.06
Utilidad neta		338,060.60	354,963.63	372,711.81	391,347.40	410,914.78
Flujos de inversión	96,790.00	-	-	-	-	-
Flujo neto económico	-96,790.00	338,060.60	354,963.63	372,711.81	391,347.40	410,914.78



Para la preparación del flujo de efectivo se tomaron en cuenta las siguientes premisas: primero la empresa espera un crecimiento interanual de sus ventas a razón de 5%; los costos operativos de la organización equivalen al 70% del precio de venta, incluye el gasto de mano de obra los materiales y los gastos de importación; los gastos de administración y ventas equivalen al 6% del precio del producto de venta y se hace una reserva de en gastos generales equivalentes al 2.5%.

Finalmente, en las tablas 21 y 22 se muestran los indicadores financieros obtenidos para validar la factibilidad económica del proyecto:

Cálculo de los ingresos adicionales y egresos operacionales por la implementación

- a. Flujo de caja incremental
- b. Valor Actual Neto (VAN)
- c. Tasa Interna de Retorno (TIR)
- d. Relación Beneficio/Costo
- e. Ingresos unitarios por inversión
- f. Flujo de caja actualizado
- g. *Payback* o Tiempo de recuperación de la inversión

Tabla 21. *Flujo de caja incremental, VAN y TIR*

**FLUJO DE CAJA INCREMENTAL**

	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>INGRESOS ADICIONALES</b>		369,663.16	388,146.32	407,553.64	427,931.32	449,327.89
<b>EGRESOS OPERACIONALES (INCREMENTAL) (CON PY-SIN PROY)</b>		290,185.58	304,694.86	319,929.61	335,926.09	352,722.39
<b>INVERSIÓN</b>	<b>S/ 96,790</b>					
<b>FLUJO DE CAJA INCREMENTAL</b>	<b>S/ -96,790</b>	<b>79,477.58</b>	<b>83,451.46</b>	<b>87,624.03</b>	<b>92,005.23</b>	<b>96,605.50</b>
<b>TASA DE DESCUENTO (WAAC)</b>	<b>15%</b>					
<b>VAN</b>	<b>S/ 193,671</b>					
<b>TIR</b>	<b>82%</b>					

Tabla 22. *Beneficio/costo, flujo de caja actualizado y tiempo de recuperación de la inversión.*

B/C	\$3						
PB							
		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
F/CAJA ACTUALIZADO	-	96,790.00	S/ 69,111	S/ 63,101	S/ 57,614	S/ 52,604	S/ 48,030
FLUJO ACUMULADO		-	27,679.06				
EN 12 MESES		S/69,111					
EN X MESES		S/96,790					
X		16.806					
PB	TIEMPO DE RECUPERO DE LA INVERSIÓN = 16.80 MESES						

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

El estudio realizado tuvo como objetivo implementar la metodología PHVA o ciclo de Deming para mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa juegos didácticos Edukt SAC, como parte de una experiencia profesional del investigador en la organización. Al respecto se emiten las siguientes conclusiones:

1. En relación con el diagnóstico de la situación actual de los procesos relacionados con la fabricación de rompecabezas en la organización se concluyó que la evaluación de la situación de la empresa permitió determinar ineficiencias en cuanto a la capacidad de producción, gastos adicionales por calidad y reproceso así como un conjunto de incumplimiento de actividades de mejoramiento continuo, la ausencia de un perfil estratégico, capacitación al personal y organización de las áreas de producción.
2. En lo que respecta a los factores que inciden sobre la productividad de la empresa, se diseñó un plan de acción que incluyó la reorganización de los espacios del área de producción para hacer más eficiente y facilitar el trabajo de los operarios, lo que incluyó mejoras en las áreas de corte, laqueado, estampado y estampado; además se le propició capacitación al personal para incrementar sus habilidades y se hizo un plan de mantenimiento de maquinarias.

Finalmente, en lo relacionado con la propuesta de implementación de la metodología PHVA para mejorar los procesos de fabricación de rompecabezas en la empresa Juegos Didácticos Edukt, SAC, la evaluación de los indicadores posteriores a la implementación permitió evidenciar mejoras en aspectos relacionados con (a)

eficiencia: se: logró incrementar su capacidad de producción en 29309 unidades lo que representa una variación positiva del 8,15%; (b) eficacia: se logró mejorar este indicador disminuyendo los costos por desperdicio de 13,076.99 a 8,700.00; esto a pesar que la producción en unidades fue mayor; (c) efectividad: se logró un incremento de 4,884.00 unidades mensuales, que significa incremento de la capacidad de producción; (d) calidad: los costos por calidad de la empresa representaron un 0.74% del total de las ventas en el período, muy cercanos a la política de la empresa de mantenerse por debajo del 0.50% por periodo, y (d): economía: La producción logró ser económicamente efectiva en un 98,32%, lo que representa un incremento de 1,82%.

3. de la misma forma se hizo una evaluación económica que arrojó los siguientes indicadores: Flujo de caja incremental, calculado en S/. 79,477.58 para el primer año de implementación b) Valor Actual Neto (VAN) de S/. 193, 671,00; c) Tasa Interna de Retorno (TIR) estimada en 82%; d) Relación Beneficio/Costo estimados en beneficios de S/. 290, 460,75 y costos de implementación en S/. 96,790.00 e) ingresos unitarios por inversión de S/. 3.00 por cada unidad monetaria invertida; f) Flujo de caja actualizado de S/. 69,111 para el primer año y g) Payback o Tiempo de recuperación de la inversión estimado en 16,8 meses.
4. Asimismo, es relevante hacer notar que el uso de la metodología de mejora continua PHVA contribuye a la coordinación de esfuerzos de mejora continua, ya que enfatiza y demuestra que los programas de mejora deben comenzar con una planificación cuidadosa, debe resultar en acción efectiva, y debe avanzar nuevamente para planificación cuidadosa en un ciclo continuo.

## RECOMENDACIONES

1. Se le recomienda a la organización Juegos Didácticos EDUKT continuar en la búsqueda de nuevas formas de trabajo que contribuyen al incremento de sus beneficios y la satisfacción de los clientes como estrategia para mantener el nombre de la empresa en el mercado contribuir con la población a la que beneficia mediante su producción y garantizar el bienestar y desarrollo de su recurso humano
2. Incentivar al personal y motivarlo mediante capacitación y condiciones de trabajo adecuadas que permitan una armonización entre su dedicación al trabajo y sus vidas personales
3. Avanzar en la aplicación de las diversas técnicas que provee la ingeniería industrial para gestionar el cambio evaluar procesos medir resultados y proyectar escenarios de acuerdo a las necesidades de la organización y tomar decisiones racionales basadas en hechos y datos estadísticos.
4. Se recomienda el presente trabajo, para empresas manufactureras similares del rubro, que deseen mejorar su performance en temas de producción.

## REFERENCIAS

- Abu, F., Gholami, A., Zameri, M., Norhayati, Z. y Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234 (1), 660-680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Berman, L., Raval, M. y Goldin, A. (2018). Process improvement strategies: Designing and implementing quality improvement research. *Seminars in Pediatric Surgery*, 27 (6), 379-385. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2018.10.006>
- Castellanos, I. (2018). *El ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil*. (Tesis de grado). Universidad Peruana Los Andes. <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/962/Castellanos%20Martel%20Ivan%20Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Céspedes, N., Lavado, P., y Roldán, N. (2016). Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. <https://doi.org/10.21678/978-9972-57-356-9>
- Chen, Y. y Li, H. (2018). Research on Engineering Quality Management Based on PDCA Cycle. *Materials Science and Engineering*, 490 (2019), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/490/6/062033>
- De Oliveira, H., Silva, J., Coutinho, F. y Dumke, D. (2020). An approach to implement cleaner production in services: Integrating quality management process. *Journal of Cleaner Production*, 246, 118985. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118985>
- Dudin, M., Smirnova, O., Vysotskaya, N., Evgenevna, E. y Vilkova, N. (2017). The Deming Cycle (PDCA) Concept as a Tool for the Transition to the Innovative Path of the Continuous Quality Improvement in Production Processes of the Agro-Industrial

Sector. *European Research Studies Journal*, 20 (2), 283-293.

<https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/29512>

Espinoza, A. (2019a). *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta*. (Tesis de Posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú.

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15595/ESPINOZA\\_ARIAS\\_ANTHONY\\_PROPUESTA\\_MEJORA\\_CONTINUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15595/ESPINOZA_ARIAS_ANTHONY_PROPUESTA_MEJORA_CONTINUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Espinoza, T. (2019b). *Propuesta de implementación del Ciclo Deming para mejorar la gestión de compras en el área de mantenimiento y servicios generales de una Universidad en el Distrito de Los Olivos-2018*. (Tesis de grado). Universidad Ricardo Palma.

[http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1963/ADM\\_GER\\_T030\\_45239938\\_T%20%20Espinoza%20Mari%C3%B1os%20Tania%20Lizeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1963/ADM_GER_T030_45239938_T%20%20Espinoza%20Mari%C3%B1os%20Tania%20Lizeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Harikrishnan, R. Rajeswaran, M. Kumar, S. y Dinesh, K. (2020). Productivity improvement in poly-cover packing line through line balancing and automation. *Materials Today: Proceedings*, 3 (2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.253>

Kholif, A., Abou, D., Khorshid, M., Elsherpieny, E., y Olafadehan, O. (2018). Implementation of model for improvement (PDCA-cycle) in dairy laboratories. *Journal of Food Safety*, 38(3), e12451. <https://doi.org/10.1111/jfs.12451>



- Liu, X., Liu, C., Shi, L., Zhang, X. y Cheng, M. (2017). Reading Promotion Practice Based on PDCA Cycle At Huazhong University of Science and Technology Library. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 2017 (12). <https://doi.org/10.2991/mshsd-17.2018.78>
- Matsuo, M., y Nakahara, J. (2013). The effects of the PDCA cycle and OJT on workplace learning. *The International Journal of Human Resource Management*, 24 (1), 195–207. <https://doi.org/10.1080/09585192.2012.674961>
- Mau, M., Ramos, R., Llontop, J. y Raymundo, C. (2019). Lean manufacturing production management model to increase the efficiency of the production process of a MSME company in the chemical sector. *International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2019, 1-9. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.101>
- Patel, P. y Deshpande, V. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement - A Review. *International Journal for Research in Applied Science y Engineering Technology (IJRASET)*, 5 (1), 197-201. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09585192.2012.674961>
- Pinto, G., Silva, F., Campilho, R., Casais, R., Fernandes, A. y Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38(1), 1582-1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, M. y Alves, J. (2017). Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10 (4), 550-580. <https://doi.org/10.3926/jiem.2268>

- Prashar, A. (2017). Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 145 (1), 277-293.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.068>
- Rojas, M. (2017). *El círculo de Deming – PDCA como herramienta para la optimización de los procesos del área de compras y servicios generales de la empresa Topy Top S.A. de San Juan de Lurigancho – 2015*. (Tesis de Grado). Universidad Autónoma del Perú.  
<http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/441/1/TESIS%20MARIA%20ROJAS.pdf>
- Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T. y Thurer, M. (2018). Digital Lean Cyber-Physical Production Systems: The Emergence of Digital Lean Manufacturing and the Significance of Digital Waste. *International Conference on Advances in Production Management Systems*, 11,-20. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99704-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99704-9_2)
- Sangkipul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport y Tourism Education*, 21 (1), 83-87.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2017.08.007>
- Song, M. y Fischer, M. (2020). Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen. *Advanced Engineering Informatics*, 44 (1) 101091. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101091>